

Opinnäytetyö (AMK / YAMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus, insinööri

2018

Joakim Enckell

# PARAISTEN KAUPUNGIN KIINTEISTÖJEN ENERGIANSÄÄSTÖ- MAHDOLLISUUDET

Joakim Enckell

# PARAISTEN KAUPUNGIN KIINTEISTÖJEN ENERGIANSÄÄSTÖMAHDOLLISUUDET

- Pienten julkisten tilojen energiansäästömahdollisuudet

Opinnäytetyön tarkoituksena on ollut selvittää Paraisten kaupunkien kiinteistöjen energiankulutuksen säästömahdollisuudet sekä vaihtoehtoja energiahuollon tehostamiseksi.

Tavoite on antaa lukijalle tiivis tietopaketti kaupungin energiahuollon kehittämisen vaihtoehtoista.

Kiinteistöjen lämmityksessä on tarkasteltu yksi lämpöpumppukohde sekä yksi hakevoimalakohde.

Kiinteistöjen vaipassa, ilmastoinnissa ja automatiikassa sekä käytössä löytyy energiankulutuksen suhteen säästömahdollisuuksia. Työssä on arvioitu ilmastoinnin ja automaation mahdolliset säästöt kiinteistön energiahuollon suhteen.

Tässä työssä on myös pyritty löytämään toimenpiteitä, jolla saataisiin säästöjä sähkön kulutuksessa. Yksi aurinkopaneelikohde ja pari potentiaalista LED valaistuskohdetta on analysoitu.

Työssä on verrattu laskennallisia tuloksia toteutuneisiin. On myös selvitetty eroavaisuuksien syy ja miten nämä pitäisi huomioida investointipäätöksiä arvioidessa.

Työn esimerkkikohteiden tuloksia voidaan hyödyntää muissa kiinteistöissä.

Tämän työn perusteella löytyvät parhaat säästöt lämpöpumpputekniikasta ja aurinkopaneeleista. Kiinteistökohtaiset energiansäästöt kannattaa kuitenkin aina arvioida tapauskohtaisesti.

Työssä on myös arvioitu miten kumppanuussuhde Motivan kanssa vaikuttaisi kaupungin energiahuoltoon.

## ASIASANAT:

Energiakulutus, Energiasäästö, MOTIVA, energiasopimus, takaisinmaksuaika.

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil engineering AMK

Completion year of the thesis 15.6.2018. |37 number of pages, 37 number of pages in appendices

Author(s)

# ENERGY CONSERVATION FOR PARAINEN CITY REAL ESTATE

- Energy conservation potential for small public spaces

The purpose of this thesis is to investigate options for energy conservation and energy management improvements.

The objective is to give the reader a concise overview of the options for improving energy conservation.

A heat pump and a wood chip power plant subject are investigated as options for heating up a real estate.

The enclosure, air conditioning, automation, and usage have been found to have potential for energy saving. Here are evaluated the possible savings for air conditioning and automation, in regards, to energy management.

One of the goals has been to find practical solutions for reducing energy consumption. This has been done by analyzing one solar panel subject and two potential subjects for LED lighting.

This work contains comparisons between the predicted results and the actual results and investigates the reason for differences. It also looks at how these things should be considered in the evaluation of investments.

The results from the example subjects can be used to benefit other estates.

Based on this work you can find the best savings from heat pump and solar panel technologies. Estate specific energy savings should still be considered on a case by case basis.

In this thesis there is also an estimate on how a partnership with Motiva would affect the energy management of a city.

## KEYWORDS:

Energy consumption, Energy saving, MOTIVA, energy agreements, reimbursement period.

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
1.1 Tausta ja tavoite	8
1.2 Työn sisältö ja tutkimusmenetelmä	8
<b>2 VALTION JA KUNTIEN ENERGIAPOLITIIKKA</b>	<b>10</b>
2.1 Kuntien ja valtion yhteinen energiapolitiikka	10
2.2 Porkkanoita ja keppejä valtion ohjauksessa	11
2.3 Tekniikka ja tulevaisuuden energiahuolto	11
<b>3 KAUPUNGIN ENERGIAKULUTUKSEN LÄHTÖTIEDOT</b>	<b>12</b>
<b>4 BIOPOLTTOAINEET</b>	<b>13</b>
4.1 Paraisten kaukolämpö Oy	13
4.2 Houtskärin hakelämpö	13
4.3 Hakevoimalaselvityksiä	18
<b>5 LÄMPÖPUMPUT</b>	<b>20</b>
5.1 Maalämpöpumput	21
5.2 Korppoon paloaseman maalämpöpumppu	21
5.3 Muut maalämpöpumppukohteet	22
5.4 Ilmavesilämpöpumput	22
5.5 Ilmalämpöpumput	23
5.6 Lämpöpumpputekniikan investointien riskien hallinta	23
<b>6 AURINKOPANEELIT</b>	<b>25</b>
6.1 Aurinkopaneeliselvitys	25
6.2 Kaupungintalon aurinkopaneelit	26
6.3 Nauvon aluekonttorin aurinkopaneelit	26
6.4 Aurinkopaneelien kokonaiskustannukset	27
6.5 Saavutettavissa oleva sähkön säästöt	27
6.6 Aurinkopaneeli-investointien riskit	27
<b>7 ENERGIANSÄÄSTÖSOPIMUKSET JA KIINTEISTÖAUTOMAATIO</b>	<b>29</b>

<b>8 LED-TEKNIikka</b>	<b>30</b>
8.1 Korppoon koulukeskus	30
8.2 Nauvon yläaste	30
<b>9 ENERGIAKATSELMUKSET, ILMASTOINTI, RAKENNUKSEN VAIPPA, JÄÄHDYTYS, KÄYTTÄJÄT</b>	<b>32</b>
9.1 Energiakatselmukset	32
9.2 Ilmastointi	32
9.3 Rakennuksen vaippa	33
9.4 Jäähdytys	35
9.5 Käyttäjät	35
9.6 Saavutettavissa olevat energiansäästöt	35
<b>10 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>37</b>
10.1 Energiatehokkuussopimus Motivan kanssa vai oma energihuollon tehostamissuunnitelma	37
10.2 ESCO-hankkeet	38
10.3 Johtopäätökset	38
<b>LÄHTEET</b>	<b>40</b>

## LIITTEET

Liite 1. Lämmitystapaselvitys Enegia.

## KUVAT

Kuva 1. Houtskärin hakevarasto.	15
---------------------------------	----

## TAULUKOT

Taulukko 1. Houtskärin hakelämmön tuottavuustarkastelu vuosille 2012, 2014 ja 2015.	17
Taulukko 2. Maalämpöpumppuinvestoinnit vuosille 2017-2019.	20
Taulukko 3. Kiinteistökohtaiset aurinkopaneeli-investoinnit vuosille 2017-2019.	25
Taulukko 4. Korppoon koulun yläpohjan eristys.	34

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Energiakulutus:	Kiinteistön tai hyödykkeen kuluttama energia. Kulutusta voidaan mitata eri aikayksiköissä kuten tunneissa ja vuosissa. Usein käytetty yksikkö on kWh
ESCO:	(Energy Service Company). ESCO-palvelut ovat palveluliiketoiminta, jossa ulkopuolinen energia-asiantuntija toteuttaa asiakasyrityksessä investointeja ja toimenpiteitä energian käytön tehostamiseksi sekä energian säästämiseksi.
kWh:	Wattitunti on energian yksikkö joka vastaa watin tehoa tunnin ajalta. Sähköenergiaa määritettä käytetään usein kilowattituntia tai megawattituntia. 1 kilowatti on 1000 wattia ja 1 megawatti on tuhat kilowattia. 1 kWh = 3,6 MJ (1Joule = 1 Ws)
kWp:	Tämä on aurinkopaneeleiden standardi joka ilmoittaa aurinkopaneeleiden tehon neliometriä kohden. Standardissa on määritetty mm. säteilyteho ja paneelin lämpötila suhteessa tuotettuun sähkötehoon. 1 kWp paneelin teho/ tuotto voi hyvissä olosuhteissa jopa ylittää 1kWh tuntituoton. Suomessa tuotto jää pääosin alle ilmoitetun kWp tehon. Tästä standardista käytetään myös nimitystä piikkikilowatti.
Luksi:	(tunnus lx) on SI – järjestelmän mukainen yksikkö valaistuksen voimakkuudelle.
Lämpöpumppu:	Lämpöpumppu on laite joka ottaa energiaa usein maasta tai ilmasta. Talteen otettu energia voidaan hyödyntää esimerkiksi kiinteistön lämmityksessä tai jäähdytyksessä.
MOTIVA OY:	on valtion omistama organisaatio (osakeyhtiö) joka tuottaa palveluja ilmastomuutoksen hillitsemiseksi. Käytetään myös nimeä Motiva.
SCOP tai COP arvo:	(Coefficient Of Performance) Kertoo laitteen tai koneen hyötysuhteesta. COP arvoa käytetään usein koneen hyötysuhteesta ja SCOP-arvoa kun mitataan koneen ja lisäenergian yhteen laskettu hyötysuhde.
Takaisinmaksuaika:	Ilmoittaa ajan, jonka kuluttua investointi on maksanut itsensä takaisin.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta ja tavoite

Tämän lopputyön tekijä sai nykyiseltä työnantajaltaan Paraisten kaupungilta vuonna 2014 tehtäväksi selvittää kaupungin kiinteistöjen energian säästömahdollisuudet. Tässä työssä tarkastellaan, miten asiat ovat edenneet ja mihin toimenpiteisiin kaupungin kannattaisi jatkossa panostaa.

Lopputyön tarkoitus on edistää vastuullista ja hyvää energiapolitiikkaa kaupungissa antamalla kaupungin päättäjille tiivistetysti tietoa energiapolitiikan vaihtoehtoista.

Kaupunki harkitsee parhaillaan kumppanuussuhdetta Motivan kanssa. Tämä lopputyö ei ota kumppanuussuhteeseen kantaa mutta antaa hieman taustatietoa asioista, joita tulisi huomioida mahdollisessa kumppanuussuhteessa.

## 1.2 Työn sisältö ja tutkimusmenetelmä

Enegia Oy teki vuonna 2015 kaupungille lämmitystapaselvityksen, jossa eri lämmitysmuodot kartoitettiin kiinteistökohtaisesti (liite 1). Selvitykseen valittiin ne kiinteistöt, joissa arvioitiin olevan parhaat mahdollisuudet saavuttaa energiansäästöjä lämmityksen kautta. Lämmitystapaselvityksen pohjalta tehtiin mm. lämpöpumppuja koskeva investointisuunnitelma.

Tämän työn luvussa 4. tarkastellaan, mitkä investoinnit ovat toteutuneet. Muutaman kohteen osalta tarkastellaan myös, miten investoinnit ovat onnistuneet, ja miten lämpöpumppuinvestoinnit vaikuttavat kiinteistöjen energiakulutukseen.

Enegian selvityksessä käytiin läpi myös hakevoimalamahdollisuudet. Sen pohjalta pyrittiin löytämään yrittäjiä ns. ESCO-hankepohjaisille lämpöyrityksille. Tästä tarkemmin luvussa 3.

Kaupunki teki aurinkopaneeleiden osalta hyödynnettävyysselvityksen vuonna 2016. Selvityksen teki Schneider Electric. Tämän selvityksen pohjalta tehtiin investointisuunnitelma. Luvussa 5. käsitellään investointien toteutukset ja niiden onnistuminen, sekä mikä vaikutus aurinkoenergian hyödyntämisellä voi olla kaupungin sähkön kulutuksessa.



Led-valaisimet ovat viime vuosina tulleet edullisemmiksi, ja niiden avulla on nykyään hyvä mahdollisuus säästää sähköä. Luvussa 7. käsitellään Led-valaisimien säästöpotentiaalit.

Luvussa 8. käydään vielä lyhyesti läpi muita hyödyllisiä säästötoimia, kuten. energiakatselmukset, ilmastointi, jäähdytys ja rakennusten vaipat.

Tässä työssä verrataan laskennallisia säästöjä toteutuneisiin säästöihin. Tämän työn perusteella voidaan todeta, että säästöjen teoreettisia laskelmia tulisi aina tarkastella kriittisesti. Tässä työssä tutkittujen kohteiden energiasäästöt ovat olleet hyvät mutta kohteiden takaisinmaksuajat eivät aina vastaa teoreettisia laskelmia.

## 2 VALTION JA KUNTIEN ENERGIAPOLITIikka

### 2.1 Kuntien ja valtion yhteinen energiapolitiikka

Energiaa säästävät toimet ovat välttämättömiä, jotta Suomi pystyy täyttämään EU:n kasvihuonekaasujen 30 % päästövähennystavoitteen vuodesta 1990 lähtötasosta vuoteen 2030 mennessä (Eurooppa-neuvosto 2014 EUCO 169/14).

Eduskunta hyväksyi 6.3.2015 ilmastolain, jonka tavoite on varmistaa Suomea sitovien kasvihuonepäästöjen vähentämistä ja seuranta koskevien velvoitteiden täyttymisestä. Hallitus hyväksyi toimet ”Kohti ilmastoviisasta arkea” 14.9.2017, jossa on linjat tarvittaviin keinoihin päästövähennystavoitteiden saavuttamiseen. (Motiva, Kohti ilmastoviisasta arkea -suunnitelma linjaa päästövähennyskeinot vuoteen 2030. 2017). Energia ja ilmastostrategian keskeinen keino tavoitteiden saavuttamiseen on biopolttoaineiden käytön lisääminen. Ilmastostrategian keskeiset suunnitelmat kohdistuvat liikenteeseen, rakennusten erillislämmitykseen, jätteeseen ja maatalouteen. Näistä arvioitu päästövähennysmahdollisuus on liikenteessä 3,1 Mt CO<sub>2</sub>-ekv/vuosi, maataloudessa 0,8 Mt CO<sub>2</sub>-ekv/vuosi, teollisuuden öljyn käyttö 0,1 Mt CO<sub>2</sub>-ekv/vuosi, jätteenpoltto 0,6 Mt CO<sub>2</sub>-ekv/vuosi, F-kaasut 0,3 Mt CO<sub>2</sub>-ekv/vuosi, työkoneet 0,5 Mt CO<sub>2</sub>-ekv/vuosi ja rakennusten erillislämmitys 0,2 Mt CO<sub>2</sub>-ekv/vuosi. Yhteensä 5,6 Mt CO<sub>2</sub>-ekv/vuosi. (Valtioneuvoston selonteko keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmasta vuoteen 2030, 2017)

Ilmastostrategia ei kuitenkaan toistaiseksi velvoita kuntia toimenpiteisiin hiilidioksidipäästöjen vähentämiseksi. Paraisten kaupunki ei ole toistaiseksi asettanut itselleen tavoitteita joilla pyritäisiin täyttämään EU:n asettamat tavoitteet kasvihuonekaasujen vähentämiseksi.

Joitain toimenpiteitä on kuitenkin odotettavissa valtion suunnalta, jotta EU:n energiatehokkuusdirektiivi (2012/27/EU) tullaan saavuttamaan määräaikaan mennessä. (VNS 2017. Valtioneuvoston selonteko keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmasta vuoteen 2030.)

## 2.2 Porkkanoita ja keppejä valtion ohjauksessa

Valtion ohjauskeinot ovat olleet verotus, kuten polttoainevero, ja kannustimet investointitukien muodossa sekä energiatehokkuussopimukset ja valistus. Valtio on myös velvoittanut biopolttoaineiden lisäämistä polttoaineisiin. Lämmitysöljyyn lisättävä biopolttoaine ja lämmitysöljyn verotuksen kiristäminen ovat olleet mukana ympäristöministeriön tekeissä mietinnöissä.

Uusien ja korjattavien kiinteistöjen osalta ympäristöministerin asetus 1010/2017 rakennusten energiatehokkuudesta on yksi valtion ohjauskeinoista päästövähennyksien saavuttamisessa. Asetuksessa pyritään noudattamaan rakennusten energiatehokkuusdirektiiviä EPBD, 2010/31/EU. (VNS 2017. Valtioneuvoston selonteko keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmasta vuoteen)

## 2.3 Tekniikka ja tulevaisuuden energiahuolto

Suuressa roolissa päästötavoitteiden saavuttamisessa on myös tekninen kehitys eri aloilla. Yksi tällainen menestystarina on ollut LED-tekniikka valaistuksessa. Lämpöpumpputekniikka ja aurinkopaneelit ovat kehittyneet ja niiden hinta suhteessa tuotettuun energiaan on alentunut viimeisen kymmen vuoden aikana. Myös liikennepuolella on tekninen kehitys voimakasta. Kukaan ei tässä vaiheessa tiedä, mitkä innovaatiot ja polttoaineet vievät meitä eteenpäin ja mitkä ovat parhaat ratkaisut energiahuollossa 20 vuoden päästä.

### 3 KAUPUNGIN ENERGIAKULUTUKSEN LÄHTÖTIEDOT

Paraisilla ei ole koko kaupunkia kattava energian kulutusseuranta. Kirjanpidosta saadaan kaupungin energiankulutuksen kustannukset sähkön ja lämmityksen osalta. Kaupungin energiakustannukset sähkön osalta ovat olleet vuonna 2017 noin 1 045 000 euroa lämmityksen osalta 867 916 euroa. Tähän kuuluu sähkön osalta kiinteistöjen lisäksi vesilaitos, tiet ja puistot. Lämmityksen osalta tässä on mukana öljyn lisäksi myös kaupungin kiinteistöjen kaukolämpö. Sähkölämmityskohteet ovat mukana sähkönkulutuksessa, ei lämmityskuluissa.

Kiinteistöjen osalta sähkön kustannukset ovat olleet noin 760 000 € vuodessa. Lämmitykseen on kevyeen polttoöljyyn käytetty noin 370 000 € vuodessa. (noin 7 600 MWh sähköä ja öljyä 6 000 MWh (590 000 L öljyä)). Nämä arviot, perustuvat kirjanpitoon.

## 4 BIOPOLTTOAINEET

Paraisten kaupungilla on kaksi yksikköä, jotka käyttävät biopolttoaineita. Paraisten kaukolämpö Oy sekä Houtskärin hakelämmitysyritys tuottavat energiaa hakkeella.

### 4.1 Paraisten kaukolämpö Oy

Paraisten kaukolämpö perustettiin vuonna 1981. Sen lämmöntuotto perustuu yhteen 8 MW ja yhteen 4 MW hakekattilaan sekä teollisuuden prosessin hukkalämmölle. Laitos tuotti vuonna 2014 energiaa 43571 MWh josta 27 498 MWh (63,1 %) tuli prosessilämmöstä. Liikevaihto oli vuonna 2014 2,7 miljoonaa euroa. (lähtötiedot Paraisten kaukolämpö: <https://pargasfjarrvarme.fi/>).

Paraisten kaukolämpö Oy on itsenäinen yhtiö, jonka Paraisten kaupunki omistaa kokonaan. Laitos on hyvin toimiva yksikkö, joka edistää kaupungin energiapolitiikkaa uusiutuvan energian käytön osalta. Yhtiö on kaupungin energian huoltovarmuuden kannalta yksi merkittävimmistä tekijöistä kaupungissa.

Paraisten keskustan kiinteistöt ovat pääosin liitettyjä kaukolämpöverkkoon. Näistä kiinteistöistä ei löydy lämmityksen suhteen samanlaisia mahdollisuuksia säästää energiaa kuin niistä kiinteistöistä, jotka lämpenevät sähköllä tai öljyllä. Tästä syystä tässä työssä on keskitytty tutkimaan kaupungin keskustan ulkopuolella olevia kiinteistöjä.

### 4.2 Houtskärin hakelämpö

Houtskärin hakelämpöyksikkö käsittää kaksi hakelämpökattilaa ja hakevaraston. Nämä kaksi hakelämpökattilaa sijaitsevat toisistaan erillään. Hakevarasto (kuva 1) sijaitsee hakekattiloista noin 2 km etäisyydellä. Hakekattilat ovat noin 4 km päästä toisistaan.

Hakelämpö on rakennettu Houtskäriin vuosina 2007-2008.

Yksi kattila palvelee Fridhemin palvelutaltoa, jossa on vanhainkoti, terveyskeskus ja keskuskeittiö. Tämä kiinteistö on Paraisten kaupungin omistuksessa. Sen pinta-ala on 1609 m<sup>2</sup> ja tilavuus 4988 m<sup>3</sup>. Fridhemin vieressä on 4 rivitalokiinteistöä, jotka omistavat Houtskärs pensionärsbostadsförening sekä Väståbolands hyreshus. Näiden pinta-ala on

1345 m<sup>2</sup> ja tilavuus 3362 m<sup>3</sup>. Fridhemin kokonaisneliömäärä on 2954 m<sup>2</sup> ja tilavuus 8350 m<sup>3</sup>. (tästä eteenpäin omistaa Paraisten kaupunki tässä mainitut kiinteistöt, jos näistä ei ole kerrottu omistaja)

Toinen kattila palvelee Träskin koulua ja pallohallia. Träskin koulun pinta-ala on 859 m<sup>2</sup> ja tilavuus 2319 m<sup>3</sup>. Palloiluhallin pinta-ala on 569 m<sup>2</sup> ja tilavuus 3130 m<sup>3</sup>. Näiden yhteinen pinta-ala on 1428 ja tilavuus 5449 m<sup>3</sup>.

Fridhemin ja Träskin kiinteistöjen päälämmönlähde on hakelämpö. Varalämpönä on öljy. Hakekattilan maksimiteho on Fridhemissä 300 kW ja Träskissä 250 kW. Lämmitys on vuosina 2009-2013 kesäisin hoidettu öljyllä ja vuosina 2014-2017 hakkeella. Kesälämmittäminen on säästänyt polttoainekuluissa hieman. Kohteessa ei ole erillisiä energian mittauspisteitä eri kaupungin kiinteistöille. Pensionärsbostadsföreningissä mitataan energiakulutusta. Fridhemin ja Träskin vuotuinen energiatuotanto on ollut vuosina 2016-2017 keskimäärin 844 MWh/vuosi. Tästä energiamäärästä on Fridhemin kattila tuottanut 510 MWh/2016 ja 586/2017 ja Träskin kattila 278 MWh/2016 ja 313 MWh/2017.

Fridhemissä on varageneraattori, jolla pystytään turvaamaan lämmitys, jos sähkötkatkeavat verkosta. Träskin koulussa ja pallohallissa ei ole varageneraattoria.

Hakelämmön investointikustannus oli vuosina 2007-2008 netto 315 000 €. Hakevarasto jäi kesken ja se on jälkeempäin korjattu ja saatettu valmiiksi 35 000 €, vuosina 2012-2013. Yhteensä hakelämmitykseen on investoitu 350 000 € netto. (kuva 1. Houtskärin hakevarasto)

Investointi on teknisesti ollut onnistunut. Hakekattilat toimivat hyvin. Kattiloihin ei ole jouduttu tekemään suurempia korjauksia investoinnin jälkeen ja niiden tehot ovat riittäneet pitämään kiinteistöt lämpiminä myös kylmimpinä jaksoina.

Investoinnin suurimmat hyödyt ovat olleet huoltovarmuus (öljystä riippumaton), hakkeen hankkimisen ja hakevoimalan hoidon tuoma paikallisesti edistävä työllisyys sekä CO<sub>2</sub> päästövähennys.



Kuva 1. Houtskärin hakevarasto.

Työn tekijä on laatinut vuosina 2012, 2014 ja 2015 kannattavuustarkastelun kohteen investoinnille. Tarkastelussa on käytetty toteutuneita käyttökustannuksia.

Hakkeen kuutiohintaa on ollut vaikea laskennallisesti osoittaa, sillä hakevaraston täyttyminen ja puun varastointi on usean vuoden kestävää toimintaa/ (kierto), mikä tekee tarkemmat laskelmat haasteelliseksi. Työn tekijä on arvioinut hakkeen hinnan useamman vuoden hankinnoista ja verrannut Paraisten kustannuksia Tilastokeskuksen voimalapoltoainehintoihin, joka vastaa aika hyvin Paraisten hankintahintoja hakkeelle.

Kannattavuustarkastelussa on hyödynnetty Satakunnan ammattikorkeakoulun laatimaa ohjetta Hakelämpökeskuksen hankinta vuodelta 2002 (ISBN 2002, 951-755-783-3) jonka rahoittajana ovat olleet Suomen kaukolämpö Oy, Motiva Oy, Huoltovarmuuskeskus ja Suomen kuntaliitto. Taulukossa on hyödynnetty Tilastokeskuksen ilmoittama öljyn oletushyötysuhde, joka perustuu Tampereen teknilliseen yliopiston ja Valtion teknilliseen tutkimuskeskuksen yhteistyönä laatima REM-malliin (Rakennuksen energiakulutuksen laskentamalli). Käyttökustannukset on saatu kirjanpidosta sekä kysymällä käyttökustannuksien kunnalta kuinka paljon lämmitykseen ja huoltoihin menee työaika.

Laskentamallissa on epätarkkuuksia. REM-malli antaa tähän kohteeseen todennäköisesti todellisuutta hieman pienemmän hyötysuhteen öljylle. Haastattelussa saadut kohteeseen käytettävissä työajoissa on luultavasti epätarkkuuksia.

Hanketta on tarkasteltu Motivan ohjeistuksen mukaisesti 15 vuoden takaisinmaksuajalla, sekä ohjeistuksesta poiketen 25 vuoden takaisinmaksuajalla.

Tuotettu energia on tässä kohteessa suunnilleen saman hintainen verrattuna vastaava energia öljyllä tuotettuna, jos öljyn hinta on noin 0,6 €/ litra (Alv 0 %) 25 vuoden takaisinmaksuajalla. Jos muutetaan takaisinmaksuajaksi 15 vuotta (Motivan suositus) tulisi öljyn hinta olla yli 0,8 €, jotta tämä investointi olisi kannattava.

Taulukossa on kannattavuuslaskelma, jossa hakelämmön hinta on verrattu öljyn hintaa vuosilta 2012, 2014 ja 2015. Tuotetun energia määrä ja öljyn hinta on vaihdellut ja vaikuttanut kannattavuuteen. Lämmityksen huoltokustannukset ovat aika vakaat. Tässä on käytetty keskimääräisiä huoltokustannuksia.

Tulos perustuu vertailuun, jossa lämmityskustannukset hakkeella on verrattu lämmityskustannukseen öljyllä.

Kun tarkastellaan tuottavuutta 25 vuoden takaisinmaksuajalla, on tulos hieman tappiollista. Tulos käy ilmi taulukosta 1.

Viidentoista vuoden takaisinmaksuajalla on tulos reilusti tappiolla. Vuonna 2012 tulos oli 4584 € tappiollinen. Vuonna 2014 tulos oli 18716 € tappiollinen ja vuonna 2015 tulos oli 13 573 € tappiollinen.



<b>Kannattavuuslaskelma vuodelle 2012</b>		
4382	m2	
Oma työ traktori 115 h x 65 €	7 475,00 €	
Oma työ muuta 125 h x 40 €	5 000,00 €	
Energia muutettu hakkeeksi kertoimella 0,87 MWh/1m3 haketta	783,91	m3
Hakekustannukset puu, kuljetus ja haketus 27 € / m3	21 165,52 €	
Vuosittaiset ostetut huoltokustannukset	2 500,00 €	
Investointikustannukset 25 v kuole tus 350 000 € ja 1 % korko	15 500,00 €	
Kustannukset yhteensä	52 424,43 €	
tuotettu energia vuodessa (2009 ja 2010 keskiarvo)	682	MWh
Tuotettu energia €/MWh	76,87 €	/MWh
Tuotettu energia muutettu öljyksi 1 m3 öljy = 10,25 Mwh öljy hyöt 0,78	76,77	m3 öljyä
kaukolämmöllä 10 % verkkohäviö		
Tuotettu energia muutettu euroiksi keskihinta 0,75 € / L verrattu öljy	57 579,74 €	
<b>Kannattavuus vuositasona</b>	<b>5 155,31 €</b>	
MWh / m2 vuodessa (kesän öljylämmitys puuttuu tästä)	0,16	MWh
Öljy litraa / m2 vuodessa (kesän öljylämmitys puuttuu tästä)	17,52	L
Kaikki hinnat Alv 0%		
<b>Kannattavuuslaskelma vuodelle 2014</b>		
4382	m2	
Oma työ traktori 130 h x 65 €	8 450,00 €	
Oma työ muuta 135 h x 40 €	5 400,00 €	
Energia muutettu hakkeeksi kertoimella 0,87 MWh/1m3 haketta	918,39	m3
Hakekustannukset puu, kuljetus ja haketus 26 € / m3	23 878,16 €	
Vuosittaiset ostetut huoltokustannukset	2 500,00 €	
Investointikustannukset 25 v kuole tus 350 000 € ja 1 % korko	15 500,00 €	
Kustannukset yhteensä	56 646,55 €	
tuotettu energia vuodessa 2014	799	MWh
Tuotettu energia €/MWh	70,90 €	/MWh
Tuotettu energia muutettu öljyksi 1 m3 öljy = 10,25 Mwh öljy hyöt 0,78	89,94	m3 öljyä
kaukolämmöllä 10 % verkkohäviö		
Tuotettu energia muutettu euroiksi keskihinta 0,53 € / L verrattu öljy	47 670,17 €	
<b>Kannattavuus vuositasona</b>	<b>-8 976,38 €</b>	
MWh / m2 vuodessa	0,18	MWh
Öljy litraa / m2 vuodessa	20,53	L
Kaikki hinnat Alv 0%		
<b>Kannattavuuslaskelma vuodelle 2015</b>		
4382	m2	
Oma työ traktori 130 h x 65 €	8 450,00 €	
Oma työ muuta 135 h x 45 €	5 400,00 €	
Energia muutettu hakkeeksi kertoimella 0,87 MWh/1m3 haketta	860,92	m3
Hakekustannukset puu, kuljetus ja haketus 25 € / m3	21 522,99 €	
Vuosittaiset ostetut huoltokustannukset	2 500,00 €	
Investointikustannukset 25 v kuole tus 350 000 € ja 1 % korko	15 500,00 €	
Kustannukset yhteensä	54 233,91 €	
tuotettu energia vuodessa 2015	749	Mwh
Tuotettu energia €/MWh	72,41 €	/MWh
Tuotettu energia muutettu öljyksi 1 m3 öljy = 10,25 Mwh öljy hyöt 0,78	84,32	m3 öljyä
kaukolämmöllä 10 % verkkohäviö		
Tuotettu energia muutettu euroiksi keskihinta 0,6 € / L verrattu öljy	50 589,12 €	
<b>Kannattavuus vuositasona</b>	<b>-3 644,79 €</b>	
MWh / m2 vuodessa	0,17	MWh
Öljy litraa / m2 vuodessa	19,24	L

Taulukko 1. Houtskärin hakelämmön tuottavuustarkastelu vuosille 2012, 2014 ja 2015.

Motivan viimeisimmät suositukset 15 vuoden takaisinmaksuajasta eivät vastaa investoinnin todellista käyttöikää. Hakekattiloiden käyttöikä on vaikea arvioida ja niiden osalta tulisi käyttää Motivan suosituksen mukaista 15 vuotta. Putkistojen, sillojen ja hakevaraston käyttöikä voidaan varmasti olettaa pitkäikäisemmiksi kuin 15 vuotta. Motivan aikaisemmissa julkaisuissa on rakenteille suositeltu 25 vuoden takaisinmaksuaikaa. Kaupungin kirjanpidossa on hankkeella 30 vuoden poisto. Hankkeen poistoksi pitäisi arvioida 25-30 vuotta. Tämä toisi hankkeelle kustannusneutraalin kannattavuuden.

Yksityiseltä puolelta on haettu yrityksiä, jotka voisivat toimia kohteen lämpöyrittäjänä. Tarkoituksena on ollut löytää yritys, joka hoitaisi lämmitystä, niin, että kaupunki ostaisi tuotetun energian sovittuun hintaan. Kohteeseen ei ole löytynyt kilpailukykyistä yrittäjää, joka voisi tuoda säästöjä kaupungille, joten toistaiseksi kaupunki hoitaa itse lämmittämisen.

Kokonaisuutena on hakevoimalahanke onnistunut investointi. Kuten aikaisemmin todettiin, niin laitos on toiminut teknisesti hyvin. Se on myös tukenut paikallista tuotantoa ja vähentänyt hiilidioksidipäästöjä. Kun verrataan kustannuksia Paraisten kaukolämmöltä ostettuun energiaan, on Houtskärin haketuotannolla tuotettu energian hinta vain hieman kalliimpi. (0-25 % kalliimpi riippuen laskennallisesta takaisinmaksuajasta).

#### 4.3 Hakevoimalaselvityksiä

Kaupunki on useampaan otteeseen yrittänyt selvittää muita mahdollisia hakevoimalakohteita. Nauvon kunta teetti selvityksen Planora Oy:llä vuonna 2006, jossa koko Nauvon keskusta olisi ollut mukana hakevoimalan käyttöpiirissä. Tämä selvitys osoitti, että investointi olisi kannattava, kun hanketta vertailtiin öljyn hintaan. Öljyn hinnaksi arvioitiin tässä selvityksessä 0,85 €. Hanke ei kuitenkaan toteutunut. (Nauvon kunta, kuten Houtskärin Iniön ja Korppoon kunta, ovat nykyään liittyneet Paraisten kaupunkiin kuntaliitoksen yhteydessä vuonna 2009.)

Kun kohde otettiin uudelleen arvioitavaksi vuonna 2015, ei kohde enää osoittautunut taloudellisesti kannattavaksi. Syy oli, se että, useampi kiinteistö keskusta-alueella oli vaihtanut öljylämmityksen maalämmöksi ja öljyn hinta oli laskenut suhteessa vuoden

2006 hintatasoon. Pienempi kiinteistömässä ja halvempi öljy teki hankkeen kannattamattomaksi.

Enegia Oy vuonna 2015 kaupungille teettämässä lämmitystapaselvityksessä on mahdolliset hakevoimalakohteet käyty tarkemmin läpi. (Liite 1)

Nauvon palvelutalo Grannas ja koulut sekä Korppoon koulukeskus ja palvelutalo Regnbågen olivat Enegian selvityksessä mukana. Ratkaisuja yritettiin myös löytää yrittäjien kanssa ns. ESCO hankkeena, jossa yrittäjä tekee investoinnin ja laskuttaa kaupunkia toimitetusta energiasta. Hanketta varten haastateltiin kaksi erillistä yritystä, Suomen bioenergia ja Nyved Ab. Kartoitusten perusteella hakelämpö oli vuonna 2015-2016 liian kallis investointi hyötyyn ja takaisinmaksuaikaa katsottuna. Yritykset ilmoittivat, että hake-lämmitys kyseisiin kohteisiin vaatisi energiahinnan joka vastaisi noin 1 € öljy litrahintaa. Öljyn litrahinta oli vuosina 2015-2016 noin 0,6 €. Selvitys ei johtanut jatkotoimenpiteisiin.

## 5 LÄMPÖPUMPUT

Lämpöpumppujen investointikustannukset ovat laskeneet viimeisen kymmenen vuoden aikana huomattavasti. Investointien takaisinmaksuajat ovat tätä kautta lyhentyneet. Lämpöpumpuista on tullut tehokas tapa saada energiakulutus nopeasti laskemaan kohtuullisilla kustannuksilla.

Kaupungilla on tällä hetkellä maalämpöpumppuja, ilma-vesilämpöpumppuja, ilmalämpöpumppuja sekä jäteilmalämpöpumppuja käytössä.

Enegian vuonna 2015 tekemän lämmitystapaselvityksen perusteella tehtiin maalämpöpumpuille investointisuunnitelma saariston kohteille. Investointisuunnitelman laatimisessa oli mukana Kotivesi Oy: n toimitusjohtaja Matti Välimäki, joka teki laitteiden mitoitukset ja arviot investointikustannuksista.

Sijainti	Kohde	Lämpö tyyppi	Kustannus	Kustannus	Kustannukset vuosi	Taksinmaksuaika
2 017			Brutto	netto 10 % tuki	Netto	Vuotta
Korppoo	Berghäll / Stabshuset	Maalämpö	92 000 €	83 636 €		8
Nauvo	Päiväkoti karusellen	Ilma-vesi	33 000 €	30 000 €	vuosi 2017 yhteensä	8
Vuosi 2017 yhteensä					113 636 €	
			1 450 €	1 318 €		
2 018			1 450 €	1 318 €		
Nauvo	Bollhall och bibliotek	Maalämpö	55 000 €	50 000 €		8
Nauvo	Framnäs	Maalämpö	45 000 €	40 909 €		9
Nauvo	Nagu områdeskontor	Ilma-vesi	35 000 €	31 818 €	vuosi 2018 yhteensä	8
Vuosi 2018 yhteensä					122 727 €	
2 019						
Korppoo	Skärgårdshavets skola	Maalämpö	105 000 €	95 455 €		8
Nauvo	Grannas, HVC, centralk	Ilma-vesi	150 000 €	136 364 €		6
Korppoo	Regnbågen	Ilma-vesi	105 000 €	95 455 €		6
					vuosi 2019 yhteensä	
Vuosi 2019 yhteensä					327 272,73 €	
Yhteensä 2017-2019					563 636	

Taulukko 2. Maalämpöpumppuinvestoinnit vuosille 2017-2019.

Kaupunki on tästä suunnitelmasta toteuttanut Korppoon Stabshusetin maalämpöpumppuinvestoinnin.

## 5.1 Maalämpöpumput

Maalämpöpumppuja on Paraisten alueella tällä hetkellä Kirjalan koulussa, Skräbbölessä ja Villa Kamomillassa. Saaristossa on maalämpöpumppuja Korppoon terveyskeskuksessa, Korppoon Stabshusetissa, Korppoon paloasemalla sekä Iniössä Aftonrossa ja Iniön koulussa. Tässä työssä otetaan tarkasteluun, Korppoon paloaseman lämpöpumppu, sillä tässä laitteessa on SCOP-arvon seuranta.

## 5.2 Korppoon paloaseman maalämpöpumppu

Korppoon paloaseman maalämpöpumppuinvestointi tehtiin paloaseman peruskorjauksen yhteydessä 2016. Kohteeseen saatiin Palosuojelurahaston 40 % investointituki. Lämpöpumpun nettoinvestointi oli noin 20 000 €.

Maalämpöpumppu on tuottanut lämpöenergiaa netto (sähkön kulutus vähennetty) 33,77 MWh yhdentoista kuukauden aikana (1.3.2016 – 1.2.2017) Tästä voidaan laskea lämpöpumpun takaisinmaksuajaksi noin 5,5 vuotta.

Laitteen SCOP arvo on ollut samana aikana 3,2. Tässä arvossa on mukana kaikki lämmitykseen tarvittava energia, myös lämpövastukset. Laitteen käyttöaikana ei ole ollut kovin kylmiä jaksoja, joten laitteen SCOP arvo voi tulevaisuudessa hieman muuttua. Helmikuu 2017 oli kylmä ja kuukauden SCOP arvo oli 3,6. Tämän perusteella voidaan olettaa, että laitteen SCOP arvo voi tulevaisuudessa hieman parantua.

Sähkön kulutus on ollut vuosina 2013-2015 keskimäärin 110 337 kWh. Sähköä kului vuonna 2017 vain 59 524 kWh. Sähköä säästyy investoinnin kautta 50 800 kWh vuodessa. Säästöä on syntynyt 46 % kokonaiskulutuksessa. Tämä säästö ei ole pelkästään tullut maalämpöpumpusta. Sähköä on säästynyt lämmityksen lisäksi mm. ilmastoinnin lämmön talteenotolla ja valojen LED tekniikalla. Paloasemalla ei ole ollut ilmastoinnin lämmön talteenottoa ennen vuotta 2016 ja vanhojen loisteputkien vaihtaminen LED valoiksi on myös tuonut säästöjä.

### 5.3 Muut maalämpöpumppukohteet

Stabshusetin maalämpöpumppu on vasta otettu käyttöön. Sen SCOP arvo on mitattuna tämän vuoden tammi ja helmikuulta 2,9. Tämä pumppu on myös toiminut hyvin. Muissa kohteissa kuin Korppoon paloasemassa ja Stabshusetissa ei ole tarkkaa seuranta SCOP arvolle. On myös huomattava, että tässä esitetyt viimeisimmät kohteet ovat toteutettu uusimmalla tekniikalla. Hieman vanhempien kohteiden hyötysuhde on luultavasti heikompi. Investointikustannukset ovat myös vanhemmissa kohteissa suuremmat ja takaisinmaksuajat ovat näissä myös pidemmät. Lämpöpumppujen takaisinmaksuajat ovat melkein puolittuneet viimeisen kymmenen vuoden aikana paremman hyötysuhteen ja alhaisempien investointikustannusten takia. Tämän lopputyön tekijä teki ensimmäiset laskennat lämpöpumppujen takaisinmaksuajoista vuonna 2005. Takaisinmaksu-aika oli tässä laskelmassa noin 13-14 vuotta. Nyt vastaavan kohteen takaisinmaksuajaksi saadaan 7-8 vuotta.

Maalämpöä voi myös hyödyntää talon viilennyksessä. Tämä on edullinen tapa viilentää sisätiloja.

Tässä työssä ei ole perehdytty kaupungin muihin maalämpökohteisiin tarkemmin mutta yleisesti voidaan todeta, että maalämpöpumpputekniikka on toimiva ja investointien takaisinmaksuajat ovat pääsääntöisesti kohtuulliset. On kuitenkin huomioitava, että näissä investoinneissa on vaihtelua tuottavuudessa ja toteutuksen onnistumisessa. Haasteita toteutuksessa aiheuttavat mm. pitkät siirtolinjat sekä öljykattilat. Nämä heikentävät usein kannattavuutta.

### 5.4 Ilmavesilämpöpumput

Kaupungilla on yksi Ilmavesilämpöpumppu Houtskärin aluekonttorilla. Pumppu asennettiin vuoden 2016 alussa ja se on toiminut hyvin. Sähkön kulutuksen perusteella pumppu on käyttänyt sähköä vain 26 kWh/m<sup>2</sup> vuodessa talon lämmitykseen. Tämän perusteella olisi pumpun COP arvo 3,5 ja SCOP arvo olisi luokkaa 3. Arvot eivät kuitenkaan ole luotettavia ilman tarkempaa mittausta eikä näille pienille yksiköille ole perusteltua asentaa seuranta. Voidaan kuitenkin todeta, että laite toimii ja energian kulutus talossa on laskenut.

Ilmavesilämpöpumput ovat varteenotettava vaihtoehto pienille kohteille (alle 1000 m<sup>2</sup>) ja niissä kohteissa missä päätetään säilyttää öljypannu varalämmönlähteenä. Ei ole suositeltavaa toteuttaa suurempia kohteita ilman luotettavaa varalämmönlähdettä ilma-vesilämpöpumpulla ulkoyksikön jäätymisvaaran takia.

## 5.5 Ilmalämpöpumput

Kaupungissa on ilmalämpöpumppuja useassa kohteessa. Näitä käytetään pääsääntöisesti toissijaisena lämmönlähteenä ja viilennykseen.

Kokemukset näistä ilmalämpöpumpuista vaihtelevat. Pumppujen kanssa on ollut teknisiä sekä käyttöön liittyviä ongelmia. Käyttäjillä on usein mahdollisuus säätää sisäilman lämpötilaa. Pumppujen viilennystoiminta on usein päällä samaan aikaan kun tilaa lämmitetään. Ulkoyksiköissä on ollut jäätymisongelmia.

Pumput ovat usein pieniä yksiköitä ja niiden tuottavuuden seuranta ei ole järkevää. Tutkimuksia missä ilmalämpöpumppujen todellinen tuotto olisi todennettu laajemmassa käytössä ei ole löytynyt. Yksittäiset oikein kohdistetut ja oikein käytetyt pumput saavuttavat varmasti säästöjä energiakulutuksessa.

Ilmalämpöpumput laskevat harvoin lämmityskustannuksia julkisissa tiloissa mutta tuovat tilaan paremmat sisäilman olosuhteet. Tähän tarkoitukseen ne soveltuvat hyvin. Kohdekohtaisia eroja voi tietysti olla. Ilmalämpöpumppuja ei voi suositella julkisiin tiloihin energiasäästötarkoituksessa.

## 5.6 Lämpöpumpputekniikan investointien riskien hallinta

Lämpöpumput ovat pääsääntöisesti varmatoimisia. Pumput vaativat säännöllistä huoltoa. Pumpuissa on kaasuja (ponnekaasuja) joiden paine ja määrä pitää vuosihuoltojen yhteydessä tarkistaa.

Lämpöpumppujen kompressorit ovat investoinnin suurin riski ja epävarmuustekijä. Kompressorit ovat maalämpöpumppujen kallein yksittäinen osa ja joskus jopa niin kallis että koko maalämpöpumppuyksikkö kannattaa vaihtaa pumpun vaihdon yhteydessä.

Suuremmissa yksiköissä on kompressorin hinta usein suhteessa koko investointiin kohtuullinen. Pienissä yksiköissä on kompressorin hinta suuri suhteessa investointikustan-

nuksiin ja voidaan joutua tilanteisiin, jossa on taloudellisesti viisaampaa vaihtaa koko yksikkö eikä vain kompressori.

Kaupungissa ei ole 10 vuoteen mennyt kuin yksi maalämpöpumpun kompressori rikki. Tämä kompressori oli noin 12 vuotta vanha. Kirjoittajan tiedossa on tapauksia yksityisissä kiinteistöissä jossa kompressorit ovat rikkoutuneet jo 5-8 vuoden käytön jälkeen.

Suunnitteluvirheet voidaan myös katsoa investoinneissa riskeiksi. Suunnittelussa tarvitaan usein useampi suunnittelija. Talon LV suunnittelija määrittelee lähtötiedot ja laitteen tehot, kun taas pumpun toimittaja suunnittelee, miten laite parhaiten saataisi kytkettyä talon verkostoon. Suunnitelmien yhteensovittamisessa on usein haasteita.

Tässä työssä esitetyissä takaisinmaksuajoissa on huomioitu pumppujen huoltokustannukset mutta riskejä ei ole huomioitu. Riskit ovat melko maltilliset eivätkä oleellisesti vaikuta kannattavuuteen. Takaisinmaksuajassa tämä kannattaa kuitenkin huomioida niin että esitettyyn teoreettiseen takaisinmaksuaikaan lisää noin vuoden.

Yksi tapa hallita riskejä on ESCO sopimukset jossa kaupunki ostaa energiaa, ei tekniikkaa. Näissä kaupunki maksaa sopimuksen mukaan vain tuotetusta energiasta ja yrittäjä tekee tarvittavat investoinnit. Näitä sopimuksia ei toistaiseksi ole käytetty kaupungissa ja on epävarmaa kuinka toimivia ne ovat. Kaupungin kannattaisi kokeeksi toteuttaa ainakin yksi kohde ESCO hankkeena.



## 6 AURINKOPANEELIT

### 6.1 Aurinkopaneeliselvitys

Kaupunki teetti vuonna 2016 Schneider Electricillä aurinkoenergian hyödynnettävyydestä tarkastelun. Hyödynnettävyydestä tarkastelun lisäksi tarkasteltiin aurinkoenergialla saavutettavia hiilidioksidipäästövähennyksiä.

Selvityksessä hyödynnettiin vuoden 2014-2015 sähkön tuntidataa. Tämän perusteella laadittiin kiinteistökohtaiset laskelmat tuotosta, jossa mahdollisimman suuri osa sähköstä hyödynnetään omassa kulutuksessa. Laskelmissa on hyödynnetty Motivan vuosituotoselvityksiä ja tässä on käytetty 1 piikkikilovatin tehoisen järjestelmän tuotoksi 950 kWh.

Vuosituotoksi on arvioitu 332405 kWh/vuosi ja hiilidioksidipäästöjen vähennykseksi 66 tonnia.

Schneiderin selvityksen pohjalta tehtiin kiinteistökohtainen investointisuunnitelma kaupungille. (kirjoittajan laatima investointisuunnitelma)

Sijainti	Kohde	Osoite	Tuotto kWp	Kustannus / kWp	Kustannus / kWp	Kustannus net	Kustannukset vuodelle
2 017				Brutto	netto 30 % tuki		Netto
Nauvo	Nagu områdeskontor	Brinkasvägen 1	13	1 410 €	1 085 €	14 100 €	
Parainen	Nilsbyn uusi koulu	Lielahdentie 244, Lielähti	13	1 410 €	1 085 €	14 100 €	
Parainen	Kirjalan päiväkotijärjestelmä ja varasto	Ali-Kirjalantie 31, Kirjala	15	1 410 €	1 085 €	16 269 €	
Nauvo	Bolihallin ja kirjaston	Urheilukatu 1 A	13	1 410 €	1 085 €	14 100 €	
Korpoo	Skärgårdshavets skola	Verkanvägen 1	30	1 410 €	1 085 €	32 538 €	
Korpoo	Berghäll / Stabshuset	Handelsmansvägen 1	13	1 410 €	1 085 €	14 100 €	
						105 208 €	vuosi 2017 yhteensä
	<b>Vuosi 2017 yhteensä</b>		<b>97</b>	<b>1 410 €</b>	<b>1 085 €</b>		<b>105 208 €</b>
	<b>2 018</b>						
Parainen	Palvelutalo/servicehus (1/3)	Kellonsoittajankatu 4	4	1 410 €	1 085 €	4 338 €	
Parainen	Palvelutalo/servicehus (2/3)	Kellonsoittajankatu 4	10	1 410 €	1 085 €	10 846 €	
Parainen	Palvelutalo/servicehus (3/3)	Kellonsoittajankatu 4	37	1 410 €	1 085 €	40 131 €	
Parainen	Koiruoto/Björkebo / punaiset	Pispankatu 1 J, Kellonsoittajankatu 4	30	1 410 €	1 085 €	32 538 €	
Nauvo	Grannas, HVC, centralkök...	Klockstapelgränd 2	27	1 410 €	1 085 €	29 285 €	
Korpoo	Regnbågen A, B, C, D, E, F, G	Tallbackavägen 26	27	1 410 €	1 085 €	29 285 €	
						146 423 €	vuosi 2018 yhteensä
	<b>Vuosi 2018 yhteensä</b>		<b>135</b>	<b>1 410 €</b>	<b>1 085 €</b>		<b>146 423 €</b>
	<b>2 019</b>						
Parainen	Malmikulla vanhainkoti	Kyläkuja	75	1 410 €	1 085 €	81 346 €	
Parainen	Terveystieteiden keskus	Vappurintie 15	30	1 410 €	1 085 €	32 538 €	
Iniö	Aftonro servicehuset	Norrby	12	1 410 €	1 085 €	13 015 €	
Houtskär	Fridhem vanhainkoti	Ängesvägen 3	24	1 410 €	1 085 €	26 031 €	
						152 931 €	vuosi 2019 yhteensä
	<b>Vuosi 2019 yhteensä</b>		<b>141</b>	<b>1 410 €</b>	<b>1 085 €</b>		<b>152 931 €</b>
	<b>Yhteensä 2017-2019</b>		<b>373</b>	<b>1 410 €</b>	<b>1 085 €</b>	<b>404 562 €</b>	<b>404 562 €</b>

Taulukko 3. Kiinteistökohtaiset aurinkopaneeli-investoinnit vuosille 2017-2019.

Investointiehdotuksesta on toistaiseksi toteutunut vain Nauvon aluekonttori.

Paraisten kaupungilla on tällä hetkellä kiinteistöissä kaksi aurinkopaneelyyksikköä toiminnassa. Yksi on Paraisten kaupungin talon katolla ja toinen Nauvon aluekonttorin katolla. Lisäksi aurinkopaneeleita on Paraisten kaukolämpö Oy voimalan katolla. Kaupungilla on vielä yksi mobiili aurinkosähköyksikkö, jonka tarkoitus on palvella tapahtumia jossa sähköverkko ei ole lähellä.

## 6.2 Kaupungintalon aurinkopaneelit

Kaupungintalon katolla oleva yksikkö asennettiin vuoden 2014 lopulla. Paneelien teho ovat 15,1 kWp ja niiden arvioitu vuosituotto on 14349 kWh. Vuoden 2015-2016 aikana ovat paneelit tuottaneet 26800 kWh. Vuosituotto on ollut 13 400 kWh. Tuotto on ollut noin 6 % alhaisempi mitä on arvioitu.

Yksikön hankintahinta oli 13 300 € netto.

Laskennallinen takaisinmaksuaika tälle yksikölle on ollut 10,3 vuotta ja saavutetulle teholle on takaisinmaksuaika 11 vuotta.

On kuitenkin huomattava, että paneelien tuotto on riippuvainen pilvisyydestä ja tuotto voi vaihdella. Motivan Aurinkosähköasiantuntijan Milja Aarnin mukaan tuotto voi vaihdella 5-10 % vuositasolla. Tässä tapauksessa on tuottoon myös vaikuttanut paneelien suuntaus joka ei ole täysin optimaalinen.

## 6.3 Nauvon aluekonttorin aurinkopaneelit

Nauvon aluekonttorin katolla oleva yksikkö otettiin käyttöön syksyllä 2017. Paneelien tehot ovat 15,4 kWp. Yksikön arvioitu vuosituotto on 15 250 kWh. Hankintahinta on 13 890 € netto. Arvioitu takaisinmaksuaika on 9,1 vuotta jos tuotto hyödynnettäisi kohteessa kokonaan. Tuotettu sähköä ei pystytä täysmääräisesti hyödyntämään kohteessa. Tämä pidentää takaisinmaksuaikaa. Kohteessa on myös hieman varjostavia puita ja niiden vaikutuksesta tuottoon on tarkoitus tehdä arviot tuoton perusteella.

Tästä kohteesta on tarkoitus kerätä tietoa tuleville aurinkopaneeli-investoinneille ja niiden mitoitukselle.

#### 6.4 Aurinkopaneeleiden kokonaiskustannukset

Aurinkopaneeli-investoinnit on toteuttanut Areva Solar. Ostot on toteutettu kiinteähintaisina KVR urakkana, jossa teho on määritelty.

Takaisinmaksuarvioinnissa ei ole mukana muita kustannuksia kuin KVR urakka. Lisäkustannuksia on tullut mm. toimenpideluvasta. (noin 1500 €/ kohde muita kustannuksia).

#### 6.5 Saavutettavissa oleva sähkön säästöt

Aurinkopaneelit yhdessä LED tekniikan kanssa ovat tänä päivänä kaksi varteenotettavaa tapaa säästää sähkön kulutuksessa. Jos ehdotettu investointisuunnitelma aurinkopaneeleiden osalta, toteutettaisi kokonaisuudessa, laskisi kaupungin sähkön kulutus 3,2 % ja kiinteistöjen osalta 3,8 %.

#### 6.6 Aurinkopaneeli-investointien riskit

Aurinkopaneelissa ei ole liikkuvia osia eikä kirjoittajalla ole tiedossa tapauksia jossa paneelit olisivat menneet rikki. "Paneeleiden teho laskee vuositasolla hieman. Paneeleille on saatavilla 25 vuoden tehotuottotakuu ja aurinkopaneeleiden elinikä voi ylittää jopa 30 vuotta". (lainaus Motivan artikkelista Aurinkopaneeleiden teknisestä iästä). Paneelit voivat mekaanisesti mennä rikki liimauksista tai jos niihin kohdistuu ulkopuolinen rasitus. Paneelitekniikkaan kuuluu myös invertteri joka muuntaa tasavirran verkkovirraksi. Näiden käyttöikä on usein paljon lyhyempi kuin aurinkopaneeleiden.

Aurinkopaneeleiden riskinä on myös paneeleiden irtoaminen alustastaan. Jos paneelit on asennettu vesikatolle, on olemassa riski, että ne joudutaan irrottamaan vesikaton huollon yhteydessä.

Aurinkopaneeleiden todellinen tuotto jää usein hieman laskennallista tuotto pienemmäksi sillä tuottoon vaikuttaa paneeleiden suuntaus ja asennuskulmat sekä mahdolliset puut tai muut varjostavat esineet. Harvoin löytyy paikkoja jossa tuotto olisi jatkuvasti optimaalinen.

Mikäli kohteen sähkönkulutus muuttuu tai päivittäisessä sähkönkulutuksessa on suurta eroa eikä tuotettua sähköä pysty täysmääräisesti hyödyntämään kohteessa jää aurinkopaneelien taloudellinen hyöty huonoksi. Riskinä on, että ennakoitu kulutus muuttuu toiminnan tai muiden energiaa säästävien toimien yhteydessä. Jos kohteeseen esim. vaihdetaan valaistus LED valoiksi voi tilanne sähkön kulutuksessa muuttua aurinkoenergian osalta epäedulliseksi.

Aurinkopaneeli-investoinnin yhteydessä kannatta huomioida riskitekijät keskimäärin noin 2 vuoden pidemmällä takaisinmaksuajalla mitä teoreettiset takaisinmaksuajat ilmoittavat.

## 7 ENERGIAANSÄÄSTÖSOPIMUKSET JA KIINTEISTÖAUTOMAATIO

Paraisilla on tehty Schneider Electricin kanssa energiasäästösopimus. Sopimuksessa Schneider sitoutuu tiettyihin kustannussäästöihin sopimuskiinteistön kohdalla. Sopimus koskee automaatiota ja ohjauksia jotka vaikuttavat suoraan sähkön tai lämmitysenergian kulutukseen. Tätä lopputyötä varten on haastateltu kiinteistöpäällikkö Seppo Pihliä koskien näitä sopimuksia ja hän kertoi, että näistä sopimuksista on ollut hyötyä kaupungille ja niissä on saavutettu energian suhteen säästöjä.

Saaristossa (Nauvon, Korppoon, Houtskärin ja Iniö kuntaosat) on yritetty löytää kohteita, jossa voitaisiin tehdä vastaavia energiasäästösopimuksia Schneiderin kanssa. Pienet kiinteistöt eivät tuo säästöjä, jotka kattaisivat automaation parannuksiin sijoitetun panostuksen. Säästökohteita ei tästä syystä ole toistaiseksi löytynyt.

Sopimusten haittana on se että, omien energiaa säästävien toimenpiteiden taloudellinen hyödyn merkitys vähenee, kun osa hyödystä menee suoraan Schneiderille. Näistä toimenpiteistä on tietysti mahdollisuus sopia erikseen.

Tässä työssä ei olla tarkemmin perehdytty nyt tehtyjen sopimuksen sisältöön. Energiasäästösopimukset vaikuttavat olevan suurempien kiinteistöjen säästömahdollisuus, ei pienten. Tässä työssä on haluttu keskittyä pienten kiinteistöjen energiasäästämahdollisuuksiin, ja tästä syystä jätetty tämä asia tarkemmin tutkimatta.

Tässä työssä ei ole perehdytty automaation tuomiin hyötyyn tarkemmin. Kaupungin kiinteistöissä on hyödynnetty automaatiota laajasti ilmastoinnin säätöjen ja lämmityksen säätöjen suhteen. Nämä tuovat huomattavaa säästöä kiinteistöjen energiahuollossa.

Energiatehokkuutta pystytään lisäämään myös ilman energiasäästösopimuksia pitämällä huolta, siitä että automaatio ja tekniset laitteet toimivat suunnitellusti. Automaation tuoma valvontaa on hyödynnetty laajasti kaupungissa.

Lisääntynyt automaatio on myös tuonut huomattavia parannuksia sisäilman laadun suhteen. Tästä ovat hyötäneet myös käyttäjät, tasaisemman lämpötilan ja paremman ilma-  
laadun ansiosta.

## 8 LED-TEKNIikka

LED-tekniikan säästömahdollisuudet kiinteistöjen valaistuksessa ovat hyvät.

Led tekniikalla tuotettu valo pystytään tuottamaan noin 10 % vähemmällä sähköllä loisteputkilamppuihin verrattuna. Säästöt vaihtelevat hieman loisteputkilampputyypistä riippuen.

Vanhojen loisteputkilamppujen vaihtaminen LED- valaistukseen ei automaattisesti tuo kustannussäästöjä. Yksi syy tähän on se että, huoneen valaistusteho on usein liian heikko normiarvoihin verrattuna. Valaisimien uusimisen yhteydessä joudutaan usein lisäämään valaistuksen tehoa.

Tässä työssä esitetään kaksi laskelmaa, miten valaisimien vaihto vaikuttaa sähkön kulutukseen ja millaisia säästöjä näistä syntyy.

### 8.1 Korppoon koulukeskus

Korppoon sähköpalvelu on tehnyt kaupungille laskelman Korppoon koulun valaisimien uusimisesta LED-valoiksi. Nykyiset loisteputkivalot kuluttavat koulussa 28 871 kWh vuodessa. Valaisimien vaihto LED-valaisiin vähentäisi sähkön kulutuksen 22 634 kWh vuodessa. Säästöä kertyisi 620 € vuodessa kun sähkön hinta on 0,1 €/kWh. Laskelma on tehty 10 h valaistusajalla 190 koulupäivälle. Todellisuudessa aika voi olla tästä pienempi, joten säästöä kertyy vähemmän. Arvioidut investointikustannukset ovat 23 000 €. Takaisinmaksuaika olisi ilman korkokuluja 37 vuotta. Tässä laskelmassa ei ole huomioitu mahdollisia huoltokustannusten vähennyksiä. Huoltokustannuksia ja lampun vaihtoja kertyy nykyisillä valaisimilla noin 4000 €/ vuosi. Uusien LED valojen huoltokustannukset ovat huomattavasti pienemmät. Kohteen energiansäästöä heikentää se että, vanhojen valaisimien mitattu valaistusteho on vain 89-234 lx. (metrin korkeudella lattian pinnasta mitattuna) Jotta valaistusteho saadaan riittäväksi (määräys 500 lx) joudutaan lisäämään valaisimien tehoa.

### 8.2 Nauvon yläaste

Tässä laskelmassa on otettu tarkasteluun yksi luokkahuone.

Luokkahuoneen kuluttama sähkö nykyisillä valaisimilla on vuodessa 2204 kWh. Kun valot vaihdetaan LED-valoiksi, on kulutus 820 kWh vuodessa. (käyttötunnit sama kuin Korppoon koulussa).

Molemmissa kohteessa paranee valaistusteho. Korppoon koulun osalta menevät energiakulutuksen saavutettavissa olevat säästöt valaistustehon parannuksiin. Nauvon yläasteen säästöt ovat paremmat ja päästään 60 % säästöihin energiakulutuksessa.

Hyvästä säästöstä Nauvon osalta huolimatta on kohteen takaisinmaksuaika yli 10 vuotta.

Molemmissa kohteissa on jäänyt huomioimatta vanhojen valaisimien huoltokustannusten väheneminen. Huoltokustannusten vaikutus kannattavuuteen on huomattava.

Nämä pari esimerkkiä osoittavat, että LED-valaisimista löytyy selkeä säästömahdollisuus. Olisi hyvä tehdä kiinteistöistä kattava kartoitus valaisintekniikan suhteen ja laatia sen pohjalta LED-valaisimien investointiohjelma. Työn laatijan arvio on, että LED-tekniikassa on aurinkopaneeleihin verrattava mahdollisuus säästää sähköä.

## 9 ENERGIAKATSELMUKSET, ILMASTOINTI, RAKENNUKSEN VAIPPA, JÄÄHDYTYS, KÄYTTÄJÄT

Kiinteistöissä voidaan säästää energiaa monella eri toimenpiteellä. Suurin yksittäinen energiankulutus on lämmityspuolella. Lämmityksen jälkeen on suurin yksittäinen kuluslähde valaistus, mikä tässä työssä on käsitelty osiossa LED-tekniikka.

Kiinteistö on kuitenkin kokonaisuus, jossa on lukuisia eri kohteita jotka kuluttavat energiaa ja joihin voidaan vaikuttaa. Esim. ilmastoinnin kautta kulkeutuu huomattava määrä lämpöä pois rakennuksesta.

Rakennuksen vaipan lämmön eristyksen parannukset liittyvät usein laajempiin peruskorjaushankkeisiin.

### 9.1 Energiakatselmukset

Yksi tapa kartoittaa yksittäisen kiinteistön energiankulutuksen on tehdä kiinteistökohtainen energiakatselmus. Hyvin tehty katselmus paljastaa mahdolliset säästöt erittäin hyvin. Pienissä kiinteistöissä riittää usein kevyempi katselmus jossa tarkastetaan rakennuksen vaippa ja ilmastointi. Tarkastamalla kohteen energiankulutus saadaan varsin hyvä käsitys säästöpotentiaaleista.

Suurimmat puutteet löytyvät usein ilmastoinnissa ja vaipan ikkunoissa ja ovissa.

### 9.2 Ilmastointi

Ilmastoinnin ongelmat ovat usein säädöissä ja koneiden lämmön talteenotossa.

Ilmastointiputkien eristyksestä löytyy usein myös puutteita. Nämä vaikuttavat energian kulutukseen ja kesällä nämä huonosti eristetyt ilmastointiputket nostavat sisäilman lämpötilaa.

Esimerkkinä voidaan ottaa Houtskärissä sijaitseva vanhusten palvelutalo jonka ruokalan ja keittiön ilmastointikoneesta ei ole lämmön talteenottoa. Kone on vanha ja se tullaan



uusimaan vuonna 2019. Tilalle asennetaan uusi kone, jossa on lämmön talteenotto. Tämän koneen takaisinmaksuaika on noin 8 vuotta (takaisinmaksulaskelma Insinööritoimisto Veljekset Lehtonen Oy).

Useissa vanhoissa koneissa on lämmön talteenotto olemassa ja vaikka lämmön talteenotto paranee uuden koneen myötä, ei konetta kannata vaihtaa pelkästään taloudellisin perustein, sillä takaisinmaksuajat eivät ole kohtuullisia.

Usein joudutaan myös koneiden vaihtojen yhteydessä lisäämään ilmamääriä. Tämä vähentää todellisia säästöjä mutta parantaa sisäilmaan laatua.

### 9.3 Rakennuksen vaippa

Vaipan tiiviydellä ja lämmöneristyksellä on suuri vaikutus kiinteistön energian kulutukseen mutta korjaustoimenpiteet ovat usein huomattavan kalliit verrattuna hyötyyn. Yläpohjan lisäeristys on tässä kustannustehokkain tapa säästää energiaa.

Yläpohjan lisäeristyksellä on usein myös positiivinen vaikutus lämpötilan hallintaan keşällä, kun yläpohjan lämpösäteily ei pääse lämmittämään sisätiloja.

Esimerkkinä voidaan ottaa tarkasteluun Korppoon koulukeskus, jossa yläpohjan villa oli painunut ja sitä oli jäljellä enää 0,2 m. Villaa lisättiin 0,2 m. Energia säästyy laskennallisesti vuodessa noin 16 700 kWh eli noin 2600 litraa öljyä. Villan lisäyksellä pyrittiin samalla parantamaan sisäilman lämpötilaa. Loppukesästä ja alkusyksystä ovat henkilökunta ja koululaiset kärsineet liian lämpimästä sisäilmasta. Lämpöhäviö aiheutti myös ongelmia vesikatolle jään ja veden patoutumisesta johtuen. Tähän ongelmaan toivotaan myös helpotusta lisäeristyksestä.

Korppoon koulun öljyn kokonaiskulutus vuositasona on noin 61 m<sup>3</sup>. Lämmitysenergian säästöä kertyy lisäeristyksellä noin 4 %.

Korppoon koulukeskuksen yläpohjan lisäeristyksen takaisinmaksuajaksi öljylämmityksellä (0,65 €/L) on noin 11 vuotta.

Laskelmissa on käytetty Turun lämmitystarvelukua vuosille 1981-2010 (Ilmatieteenlaitos 2017).

	Korppoon koulukeskus			
Kohteen neliöt	3210	m2		
	(W/(mK)	paksuus	RT (m2K/W)	
sisäpuolinen pintavastus (Rsi)	0,1	1	0,1	
ulkopuolinen pintavastus (Ru)	0,2	1	0,2	
Siporex harkko	0,13	0,3	2,31	
puhallusvilla	0,05	0,2	4,00	
U (k)-arvo (W/(m2K)			0,151	W/m2K
	(W/(mK)	paksuus	RT (m2K/W)	
sisäpuolinen pintavastus (Rsi)	0,1	1	0,1	
ulkopuolinen pintavastus (Ru)	0,2	1	0,2	
Siporex harkko	0,13	0,3	2,31	
puhallusvilla (lisäys 0,2 m)	0,05	0,4	8,00	
U (k)-arvo (W/(m2K)			0,094	W/m2K
Lämmitystarveluku (Cvrk)	4021			
Lämmön kulutus / m2 /vuosi erotus	5,5	kWh/m2		
Kohteen vuosikulutus	17678	kWh		
kustannussäästöt €/vuosi (0,065 €/kWh)	1149	€		
Kohteen neliöt	290	m2		
	(W/(mK)	paksuus	RT (m2K/W)	
sisäpuolinen pintavastus (Rsi)	0,1	1	0,1	
ulkopuolinen pintavastus (Ru)	0,2	1	0,2	
Siporex harkko	0,13	0,3	2,31	
puhallusvilla	0,05	0	0,00	
U (k)-arvo (W/(m2K)			0,383	W/m2K
	(W/(mK)	paksuus	RT (m2K/W)	
sisäpuolinen pintavastus (Rsi)	0,1	1	0,1	
ulkopuolinen pintavastus (Ru)	0,2	1	0,2	
Siporex harkko	0,13	0,3	2,31	
puhallusvilla	0,05	0,4	8,00	
U (k)-arvo (W/(m2K)			0,094	W/m2K
Lämmitystarveluku (Cvrk)	4021			
Lämmön kulutus / m2 /vuosi erotus	27,9	kWh/m2		
Kohteen vuosikulutus	8094	kWh		
kustannukset €/vuosi (0,065 €/kWh)	526	€		
Säästö vuositason	1675	€		
Säästetty öljy vuositason	2577	L		

Taulukko 4. Korppoon koulun yläpohjan eristys.

Ovien ja ikkunoiden kunto vaikuttavat kokonaisenergiakulutukseen varsin vähän, jos ne ovat tiiviit. Ovien ja ikkunoiden vedolla on todettu vaikutusta huoneen viihtyvyyteen. Vedon tunnetta pyritään poistamaan lisäämällä sisälämpötilaa. Huoneen lämpötilalla ja vedolla on molemmilla iso vaikutus energiakulutukseen. Ovien ja ikkunoiden tiiviyyteen kannattaa kiinnittää huomiota. Lämpökamera paljastaa helposti suurimmat puutteet.

Rakennuksen vaippaan ei kannata muilta osin tehdä energiaa säästäviä investointeja vain säästöjen takia, sillä näiden kustannusten takaisinmaksuaika ovat harvoin kohtuulliset. Ennen vaipan lisäeristystä tulisi aina myös selvittää kiinteistön rakennusfysikaalinen toiminta sekä vaipan että ilmastoinnin suhteen.

#### 9.4 Jäähdytys

Kaupungissa on aika vähän kiinteistöjä, joissa koko kiinteistö jäähdytetään hallitusti. Saaristossa löytyy ainoastaan huonekohtaista jäähdytystä. Kiinteistöjen jäähdytys ei vaikuta oleellisesti kaupungin energian vuosikulutukseen (en tässä työssä käsittele Paraisien jäähallia tai muita vastaavia jäähdytyskohteita). Kiinteistöissä kannattaa kuitenkin kiinnittää huomiota, ettei jäähdytys ja lämmitys ole samaan aikaan päällä.

#### 9.5 Käyttäjät

Kiinteistön käytössä on harvoin suuria ongelmia. Säästöpotentiaaleja löytyy laajasti ihmisten käyttäytymisessä mutta julkisissa tiloissa on omat haasteet säästöjen toteutuksessa. Tutkimukset osoittavat, että kiinteistön käyttäjien toiminnasta on vaikea löytää energiansäästöjä.

Yksi tuoreimmista tutkimuksista on Satu Routa-Lindroosin pro gradu tutkielma vuodesta 2017 Tampereen Johanneksen koulusta. (Satu Routa-Lindroos 2017)

#### 9.6 Saavutettavissa olevat energiansäästöt

Tässä kappaleessa mainitut toimenpiteet voivat teoreettisesti yhteensä tuoda merkittäviä säästöjä. Investointipäätösten yhteydessä ei liikaa voi luottaa laskelmiin, jollei näistä toimenpiteistä ole myös käytännön kokemusta.

Edellä mainittuihin toimiin kannattaa kuitenkin kiinnittää huomiota. Pienet korjaukset tuovat säästöjä ja jos puutteet ovat merkittäviä kannattaa ne aina korjata.

## 10 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Paraisten kaupunki tekee työtä laajalla rintamalla kestävän kehityksen ja energiahuollon suhteen. Merkittävin yksittäinen kestävän kehityksen tuote on Paraisten kaukolämpö, joka tuottaa kaukolämmöstä 45 % metsähakkeella ja 55 % teollisuuden hukkalämmöllä. On myös paljon pienempiä yksittäisiä kohteita, joihin on panostettu energiahuollossa, kuten Houtskärin hakelämpö. Lämpöpumpputekniikkaa on useassa kiinteistössä. Aurinkopaneelit ja LED-tekniikka on tuonut säästöjä kiinteistöissä ja katualueilla. Energiansäästösopimukset Schneiderin kanssa ovat tuoneet säästöjä kiinteistöjen energiankulutuksessa.

Kaupunki on Valonian ja Unescon Saariston Biosfärialueen jäsen. Kyseessä on kaksi verkostoa, jotka kannustavat kestävän kehityksen alueella kuten vesihuollon ja lähiruoan suhteen.

Kouluissa ja päiväkodeissa on panostettu kestävän kehityksen kasvatukseen ja esim. Folkhälsanin Paraisten päiväkodille, Sarlinin koululle sekä Bantikselle on myönnetty vihreä lippu. Vihreän lipun myöntää järjestö Natur och Miljö.

### 10.1 Energiatehokkuussopimus Motivan kanssa vai oma energiahuollon tehostamissuunnitelma

Motivan energiatehokkuussopimus on vapaaehtoinen järjestelmä, jolla valtio pyrkii saavuttamaan EU:n asettamat energiatehokkuusvelvoitteet.

”Vapaaehtoinen järjestelmä on vaihtoehto uudelle lainsäädännölle tai muille pakotteille” (lainaus Motiva).

Tekesin tuet ovat myös hieman paremmat kumppanuussopimuksen tehneiden kanssa.

Energiasopimus Motivan kanssa kattaisi omat kiinteistöt, vuokratut ja vuokralle annetut rakennukset, kuten Väståboland hyreshys AB. Sopimus kattaisi myös katualueet, veden ja jätehuollon, joukkoliikenteen ja omat kuljetukset ja työkoneet.

Kumppanuussuhde Motivan kanssa olisi hyvä keino saada kaupungin eri toimialat mukaan energiahuollon tehostamiseen. Motiva toisi kaupungin energiahuoltoon selkeät tavoitteet ja työkalut tavoitteiden saavuttamiseksi. Motivaan liittymisen riskinä on kuitenkin liiallinen panostus suunnitteluun, toteutuksen kustannuksella.

On epäselvää, tuoko kumppanuussuhde Motivan kanssa riittävästi hyötyä verrattuna siihen työmäärään, jota kumppanuus vaatisi. Sopimuksen kustannukset ja kustannussäästöt, energiahuollossa, voidaan määritellä vasta jälkeinpäin. Olisi hyvä selvittää, kuinka paljon kumppanuussuhde Motivan kanssa vaatisi resursseja ja miten kaupunki selviäisi niistä. Tilanteita, joissa suunnittelu ja selvitykset vievät pääosan panostuksesta, tulisi välttää.

Sopimus sitoisi vähintään yhden henkilön työpanoksen kokonaan kumppanuussuhteen aikana.

## 10.2 ESCO-hankkeet

Yksi Motivan työkaluista tuottaa energiasäästöjä on ESCO-hankkeet. Kyseessä on sopimus, missä palveluntarjoaja toteuttaa energiatehokkuustoimenpiteet asiakkaalle kokonaistoimituksena. Kaupunki maksaa tuotetusta energiasta sopimuskumppanille. Sopimuksen tavoitteena on pienentää energiakustannuksia, ilman että omaa pääomaa sitoutuu hankkeeseen. Nämä ESCO-hankkeet on myös mahdollista toteuttaa ilman kumppanuussopimusta Motivan kanssa. Tuet voivat olla paremmat Motivan kautta toteutettuna.

## 10.3 Johtopäätökset

Työn tavoitteena on ollut antaa lukijalle hyvä käsitys siitä, mihin toimenpiteisiin kannattaa panostaa energiahuollossa. Työssä on annettu käytännön esimerkkejä, jotka antavat lukijalle helposti ymmärrettävää taustatietoa eri toimista.

Työn perusteella kaupunki saa parhaan vastineen rahoilleen kiinteistöjen lämmityksen energiahuollon tehostamistoimenpiteistä, aurinkopaneeleista ja valaistuksen LED-tekniikasta.

Tämän lopputyön tulosten perusteella voidaan suositella, että kaupunki toteuttaa tässä esitetyt investointisuunnitelmat ja että kaupunki harkitsee kumppanuussuhdetta Motivan kanssa.

## LÄHTEET

Alakangas Eija, 2000, Espoo, Suomessa käytettävien polttoaineiden ominaisuuksia, VTT Valtion teknillinen tutkimuskeskus, VTT tiedotteita 2045.

Euroopan parlamentin energiatehokkuusdirektiivi 2012/27/EU (EED) 2014 verkkopalveluna RT Net (<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/111814.html.stx>)

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/31/EU, 2010, verkkopalvelu (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:FI:PDF>) vastaava uudelleenlaadittu 2014 RT Net korttina verkkopalveluna (<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/111581.html.stx>)

Ilmatieteen laitos, Lämmitystarveluku eli astepäiväluku, verkkopalvelu (<http://ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>)

Motiva 2016, Energiatehokkuutta kuntien ESCO-hankintana, verkkopalveluna ([https://www.motiva.fi/files/12324/Energiatehokkuutta\\_kuntiin\\_ESCO\\_hankintana\\_2016.pdf](https://www.motiva.fi/files/12324/Energiatehokkuutta_kuntiin_ESCO_hankintana_2016.pdf))

Motiva, Aurinkosähkö, verkkopalvelut ([https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/aurinkosahko](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkosahko))

Motiva, Bioenergia, verkkopalvelu ([https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/bioenergia](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia))

Motiva, Energiatehokkuussopimukset, verkkopalvelu (<https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiatehokkuussopimukset>)

Motiva, Lämpöpumput, verkkopalvelu ([https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia/lampopumput](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/lampopumput))

Motiva, Uusiutuva energia, verkkopalvelu ([https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva\\_energia](https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia))

Rakennustieto Oy Rakennustietosäätiö RTS 2011, D3 rakennusten energiatehokkuus Määräykset ja ohjeet 2012 verkkopalvelu RT Net (<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/107538.html.stx>)

Rakennustieto Oy Rakennustietosäätiö RTS 2011, RakMK, Rakennusten sisäilmaston ja ilmanvaihdon Määräykset ja ohjeet 2012, 2011, RT Net (<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/106518.html.stx>)

Rakennustieto Oy Rakennustietosäätiö RTS 2013, YM Ympäristöministerin asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä, RT Net (<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/110756.html.stx>)

Satu Routa-Lindroosin 2017, pro gradu tutkielma vuodesta 2017 Tampereen Johanneksen koulusta. (<http://tampub.uta.fi/handle/10024/94257>)

Satakunnan ammattikorkeakoulu, 2002, Hakelämpökeskuksen hankinta, ISBN 951-755-783-3, Suomen kuntaliitto.

Siikanen Unto, 2015, Rakennusfysiikka Perusteet ja sovellukset, 2. painos, Helsinki Rakennustieto Oy.

Tilastokeskus, Energian hinnat 2017, 4 vuosineljännes, metsähakkeen hinnat ja määrät, verkkojulkaisu ([http://www.stat.fi/til/ehi/2011/03/ehi\\_2011\\_03\\_2011-12-15\\_kuv\\_007\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/ehi/2011/03/ehi_2011_03_2011-12-15_kuv_007_fi.html))

Ympäristöministerin 2017, asetus energiatehokkuudesta 1010/2017



Ympäristöministeriö 2017, Valtioneuvoston selonteko keskipitkän aikavälin ilmastopolitiikan suunnitelmasta vuoteen 2030- Kohti ilmastoviisasta arkea (<http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/80703>)

## Liite 1 Lämmitystapaselvitys Enegia



Lämmitystapaselvitys

0 (36)

LÄMMITYSTAPASELVITYS

PARAISTEN KAUPUNKI

Author: Esa Salovaara  
Workgroup:  
Approved:  
Revised: 09.10.2015, V5

*We save your energy.*

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enevia.com](http://www.enevia.com)

## SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	3
2	Energiapolitiikka .....	4
3	Yhteenveto tuloksista .....	4
4	Kohteet.....	4
5	Rahoitus .....	5
5.1	Energiatuki .....	5
5.2	Valtioneuvoston asetus 1063/2012 .....	6
5.3	Energiatuet, myönnetty 2014.....	7
5.4	Leasing .....	8
5.5	Lämpörittäjäyys .....	8
6	Lämmitystekniikkavaihtoehdot.....	10
6.1	Maalämpöjärjestelmä.....	10
6.2	Hakelämmitysjärjestelmä.....	11
6.3	Aurinkokeräimien yhdistäminen lämmitysjärjestelmään .....	12
6.4	Aurinkosähköpaneeli .....	13
6.5	Ilmavesilämpöpumppu .....	13
6.6	Poistoilmalämpöpumppu .....	14
7	Kohteiden tarkastelu.....	16
7.1	Parainen.....	16
7.1.1	Skräbbölen koulu .....	16
7.2	Nauvo.....	19
7.2.1	Områdeskontor .....	19
7.2.2	Grannas palvelutalo .....	19
7.2.3	Lågstadie, ala-aste .....	19
7.2.4	Högstadie, ylä-aste .....	19
7.2.5	Aurinkoenergia.....	25
7.2.6	Hybridiratkaisu: Grannas+Lågstadie+Högstadie .....	26
7.2.7	Nagu daghem .....	27
7.3	Korppoo .....	28
7.3.1	Stabshuset.....	28
7.3.2	Regnbågen palvelutalo + rivitalot .....	29
7.3.3	Korppoo koulukeskus .....	31
7.4	Houtskär.....	34

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)



Lämmitystapaselvitys

2 (36)

8	Yhteenveto ja jatkosuunnitelmat .....	34
8.1	Toimenpide-ehdotus .....	34
8.2	Etenemismalliehdotus .....	36

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)

## 1 JOHDANTO

Lämmitystapavertailun kohteena ovat tässä raportissa luetellut Paraisten kaupungissa sijaitsevat kiinteistöt. Pääosin kohteissa on nykyisin öljylämmitys. Öljynkulutus ja muut lähtötiedot, sekä kohdekohtainen tarkastelu on esitetty raportissa kyseisen kohteen laskelmien yhteydessä.

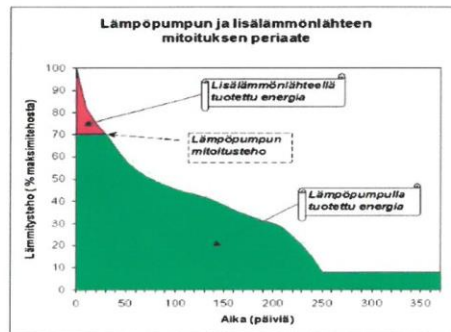
Tavoitteena on parantaa kiinteistöjen energiatehokkuutta uudistaa kiinteistöjen lämmitysjärjestelmä ajantasaiseksi ja pienentää öljylämmityksestä tällä hetkellä aiheutuvaa vuosittaista energiankäytön kustannusta.

Lämmitystapaselvityksen vertailulaskelma perustuu asiakkaalta saatuaan tietoon energian vuosikulutuksesta, järjestelmätöimittäjiltä saatuihin tarjouksiin muissa kohteissa, arvioon energian vuositarpeesta sekä kokemuseräiseen tietoon ja laskennallisiin arvioihin. Tätä selvitystä varten ei ole pyydetty tässä vaiheessa tarjouksia ja siksi laskelmissa on käytetty tietoja muista projekteista ja arvioita kustannuksista.

Selvityksen ja laskennan tulokset ovat parhailla mahdollisilla menetelmillä tuotettuja, mutta ne ovat arvioita. Säästöjen ja investoinnin tuottojen toteutuminen riippuu seurantavuosien lämpösummasta, energian hintakehityksestä, rakennusten energiatehokkuudesta ja käyttäjien kulutustottumuksista. Näistä johtuen säästö- ja investointilaskelma on Enegian sitoumuksesta antama arvio. Projektisuunnitelman tekemistä varten on tehtävä yksityiskohtaiset suunnitelmat ja pyydetävä tarjoukset sopivilta laitetoimittajilta.

Kaikki selvityksessä esitetyt hinnat ovat arvonlisäverottomia (alv 0 %).

Laskelmat perustuvat kohteiden toteutuneeseen öljynkulutukseen. Sen perusteella on piirretty pysyvyyskäyrät. Käyrä kuvataan koordinaatistossa, jossa pystyakselilla on teho (kW) ja vaakakselilla aika (kuukaudet). Pysyvyyskäyrä ilmaisee ajan, jonka tietty teho on saavutettuna tai ylitetty. Käyrän alapuolelle jäävä pinta-ala kuvaa vuotuista energiankulutusta. Pysyvyyskäyrälaskelmien mukaan määritellään vaihtoehtoisten energiamuotojen tehontarve.



We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)

## 2 Energiapolitiikka

Sähkön ylitarjontatilanteella on pitkälti selitettävissä sähkön hintatason voimakas lasku, sillä sähkön hinta muodostuu kysynnän ja tarjonnan kautta. Päästöoikeuden hinnan ja hiilen hinnan lasku ovat myös vaikuttaneet tilanteeseen. Seuraavina vuosinakaan markkinaan ei ole odotettavissa huomattavia muutoksia ja ylitarjontatilanteen odotetaan jatkuvan ja oikeastaan vain lisääntyvän, sillä tuulituotantokapasiteetti kasvaa edelleen ja ydinvoimatuotanto kasvaa Suomessa. Tästä syystä myös markkinan näkemys tulevasta sähkön hintatasosta on laskenut viime vuosina. Tähän näkemykseen tuo epävarmuutta Ruotsin ydinvoimaloiden alasajosuunnitelmat. Jos sitä kautta tuotantoa nopeasti vähenee, niin se tietenkin vaikuttaa sähkön hintaan myös Suomessa.

Öljyn hintaan vaikuttaa voimakkaasti kysyntä ja maailman politiikka. Taloudellisen tilanteen vuoksi kysyntä ja hinnat ovat nyt alhaalla. Useilla mailla kuten Suomellakin on tavoitteita öljyn käytön vähentämiseksi ja biopolttoaineiden käytön lisäämiseksi. Nykyisessä hallitusohjelmassa biopolttoaineet ovat yksi kärkihankkeista, hallitusohjelmaan on kirjattu tavoitteiksi muun muassa puolittaa tuontiöljyn käyttö kotimaan tarpeisiin 2020-luvun aikana, kannustaa tuontiöljyn korvaamisen lämmityksessä päästöttömillä, uusiutuvilla energiavaihtoehdoilla sekä nostaa liikenteen uusiutuvien polttoaineiden osuus 40 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä. Jos öljystä luopuminen onnistuu isossa mittakaavassa se vähentää öljyn käyttöä ja vaikuttaa myös öljyn hintaan laskevasti. Toisaalta silloin vähenee myös valtion öljytuotteista saatavat verotulot ja päättäjät tulevat miettimään muita verotettavia kohteita tai verojen korotuksia.

Edellisestä voidaan päätellä, että ainakin bioenergiահankkeisiin tukea on lähivuosina saatavana.

Polttoainekohtaiset CO<sub>2</sub> –päästökertoimet tässä yhteydessä käytetyille polttoaineille ovat:

- |                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| • Kevyt polttoöljy         | 261 kgCO <sub>2</sub> / MWh |
| • Sähkö                    | 220 kgCO <sub>2</sub> / MWh |
| • Puuperäiset polttoaineet | 0 kgCO <sub>2</sub> / MWh   |

## 3 Yhteenveto tuloksista

Tuloksista on tehty erillinen yhteenveto.

## 4 Kohteet

Parainen

- Skräbbölen koulu

Nauvo

- Nagu områdenskontor
- Grannas,Nagu Nauvon Palvelutalo
- Nagu Lågstadie ala.aste
- Nagu högstadie yläaste
- Päiväkoti Karusellen

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
www.enegia.com

## Korppoo

- Stabshuset
- Regnbågen Korpo
- Korpo skolcenter

## Houtskär hakelämmitykset

- Koulu ja palloiluhalli
- Palvelutalo ja rivitalot

## 5 Rahoitus

### 5.1 Energiatuki

Työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) Energiatuki on harkinnanvarainen tuki ja näin sen myöntäminen perustuu aina tapauskohtaiseen harkintaan.

Energiansäätöön liittyvien investointitukien pääpaino on uuden teknologian käyttöönotossa, jossa tuki voi olla maksimissaan 40 %. Uudella teknologialla tarkoitetaan sellaisia teknisiä ja muita ratkaisuja, joita ei ole aiemmin laajemmin sovellettu kaupallisessa mittakaavassa Suomessa. Tuen suuruus määritetään aina hankekohtaisesti. Käytännössä tuki uudelle teknologialle on useimmiten 25–35 % ja se koskee vain hankkeen uutta teknologiaa sisältävää osuutta. Hankkeen ns. tavanomaiseksi teknologiseksi arvioidulle osuudelle tukitaso on alempi ja määräytyy tavanomaisen teknologian tuen mukaisesti.

**Tukea myöntäessään TEM painottaa tuen hanketta käynnistävää vaikutusta. Tämän vuoksi tukea on varminta hakea ennen lopullisen investointipäätöksen tekoa tai tehdä päätös mahdollisena.**

Vuodelle 2015 ovat TEM:n mukaan seuraavat:

- |   |           |
|---|-----------|
| • Lämpökeskushankkeet (puupolttoaineet) | • 10–15 % |
| • Lämpöpumppuhankkeet                   | • 15 %*   |
| • Aurinkolämpöhankkeet                  | • 20 %    |
| • Pienvesivoimahankkeet                 | • 15–20 % |
| • Kaatopaikkakaasuhankkeet              | • 15–20 % |
| • Aurinkosähköhankkeet                  | • 30 %    |
| • Biokaasuhankkeet                      | • 20–30 % |
| • Pientuulivoimahankkeet                | • 20–25 % |

\* Pois lukien jäte- ja hukkalämmön hyötykäyttöön liittyvät hankkeet, joihin sovelletaan energiansäätöön liittyviä tukiprosentteja.

Tukea ei myönnetä uudisrakennuskohteissa tehtäviin energiatehokkuus- tai lämpöpumppuhankkeisiin (pl. uusi teknologia). Aurinkosähköhankkeissa tukea voidaan myöntää myös uudisrakennuskohteille.

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)



Tarkemmin [https://www.tem.fi/energia/energiatuki/tuen\\_maara](https://www.tem.fi/energia/energiatuki/tuen_maara)

## 5.2 Valtioneuvoston asetus 1063/2012

Valtioneuvoston asetus 1063/2012, <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2012/20121063#Pidp3713200>, energiatuen myöntämisen yleisistä ehdoista määrittelee tukimahdollisuudet sellaisiin ilmasto- ja ympäristömyönteisiin investointi- ja selvityshankkeisiin, jotka:

- 1) edistävät uusiutuvan energian tuotantoa tai käyttöä;
- 2) edistävät energiansäästöä tai energian tuotannon tai käytön tehostamista; taikka
- 3) vähentävät energian tuotannon tai käytön ympäristöhaittoja.

Hankekohtaisen harkinnan perusteella myönnettävän tuen osuus hyväksyttävistä kustannuksista voi investointihankkeessa olla enintään 30 prosenttia ja selvityshankkeessa enintään 40 prosenttia.

Investointihankkeessa energiatukea voidaan korottaa kymmenen prosenttiyksikköä siltä osin kuin hanke sisältää uutta teknologiaa

### 10 § Investointihankkeen hyväksyttävät kustannukset

Investointihankkeen hyväksyttävät kustannukset ovat:

- 1) hankkeen toteuttamiseen osallistuneiden henkilöiden palkat työajan seurannan perusteella hankkeeseen käytetyn työajan osalta ja välillisistä työvoimakustannuksista enintään 50 prosenttia hankkeeseen käytetyn työajan palkoista;
- 2) valmistelu- ja suunnittelukustannukset;
- 3) rakennusten, koneiden ja laitteiden hankinnasta ja asennuksesta sekä niiden muutos- ja korjaustöistä aiheutuvat kustannukset;
- 4) välittömästi investointiin liittyvien maa-alueiden hankinnasta, sähköjohtojen rakentamisesta ja jakeluverkonhaltijan sähkön tuotannolta veloittamasta liittymismaksusta aiheutuvat kustannukset; maa-alueiden hankinnasta aiheutuvat kustannukset voivat olla enintään kymmenen prosenttia hankkeen hyväksyttävistä kokonaiskustannuksista;
- 5) rakennettavan kaukolämpölaitoksen kaukolämpöverkkoon liittämiseksi tarvittavan runkoputken rakentamiskustannukset ja uutta teknologiaa sisältävässä verkkohankkeessa kaukolämpöverkon rakentamisesta aiheutuvat, uuteen teknologiaan liittyvät kustannukset;
- 6) rakennusteknisistä töistä ja rakennustöiden valvonnasta aiheutuvat kustannukset;

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)





7) raivaus ja maanrakennusteknisistä töistä aiheutuvat kustannukset;

8) käyttöönotosta ja käyttöönoton edellyttämästä käyttökäytökunnan koulutuksesta aiheutuvat kustannukset;

9) hankkeen tiedottamisesta aiheutuvat kohtuulliset kustannukset;

10) investoinnin seurannasta aiheutuvat kustannukset enintään vuoden ajalta investoinnin käyttöönotosta, jos se on perusteltua hankkeeseen liittyvien erityispiirteiden vuoksi tai muusta erityisestä syystä.

Osamaksu- ja leasing-sopimuksessa menoina voidaan hyväksyä enintään hankinnan ostohintaa vastaavat kustannukset. Tuen saajan maksama käsiraha hyväksytään menoksi. Menoksi ei hyväksytä hallinto-, rahoitus-, vakuutus-, korjaus- tai huoltokustannuksia taikka muita vastaavia kustannuksia.

Investointihankkeen hyväksyttäviä kustannuksia eivät ole tuen saajan yleiskustannukset, edustusmenot, rakennusaikaiset korot, muut kuin 1 momentin 4 kohdassa tarkoitetut liittymismaksut, valtion maksuperustelakiin (150/1992) perustuvat maksut eivätkä tuen saajan maksamat arvonnäisäverot

### 5.3 Energiatuet, myönnetty 2014

Työ ja elinkeinoministeriön 18.6.2015 päivätyssä uutiskirjeessä, [https://www.tem.fi/files/43368/EOS\\_Uutiskirje\\_Energiatuet\\_2014.pdf](https://www.tem.fi/files/43368/EOS_Uutiskirje_Energiatuet_2014.pdf), näytetään miten tukea on jaettu vuonna 2014.

Lämmöntuotantoon annetusta tuesta eniten tukea myönnettiin puupolttoaineita käyttäviin lämpökeskuksiin ja lämpöpumppuihin. Aurinkosähköjärjestelmiin liittyvät investoinnit lisääntyivät edelleen merkittävästi.

*Energiatuen jakautuminen 2014*

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)

	Yht. (M€)	%
<b>Lämmöntuotanto</b>	<b>14,24</b>	<b>13,9 %</b>
- Lämpökeskukset (puupolttoaineet)	13,09	12,8 %
- Lämpöpumput	1,14	1,1 %
- Biokaasu	0,00	0,0 %
- Aurinkolämpö	0,00	0,0 %
- Muut	0,01	0,0 %
<b>Sähköntuotanto</b>	<b>22,51</b>	<b>22,0 %</b>
- Vesivoima	0,65	0,6 %
- Tuulivoima	20,01	19,6 %
- Biokaasu	0,00	0,0 %
- Kaatopaikkakaasu	0,26	0,3 %
- Aurinkosähkö	1,60	1,6 %
- Muut	0,00	0,0 %
<b>Polttoaineet</b>	<b>48,52</b>	<b>47,5 %</b>
- Puupolttoaineet	0,38	0,4 %
- Biokaasu (liikenne)	2,22	2,2 %
- Bionesteet	0,00	0,0 %
- Liikenteen biopolttoaineet	45,83	44,8 %
- Muut (sis. tutkimushankkeet)	0,09	0,1 %
<b>Uusiutuvan energian investoinnit</b>	<b>85,28</b>	<b>83,4 %</b>

## 5.4 Leasing

Aaltoyliopiston Finsolar-hankeen internetsivujen mukaan kuntarahoitus tarjoaa kunnille aurinkoenergiainvestointeihin edullista leasing- ja lainarahoitusta, jonka rahoituskulut ovat aurinkoenergiainvestointien tyypillistä tuottoa alhaisemmat. Näin ollen kunnilla on poikkeuksellisen hyvät mahdollisuudet tehdä aurinkoenergiainvestointeja ilman omaa pääomaa kannattavasti ulkopuolisen rahoituksen avulla.

Tämän rahoitusmuodon etuna on, että omaa pääomaa ei sitoudu investointiin.

## 5.5 Lämpöyrittäjyys

Lämpöyrittäjyys on usein vaihtoehto öljylämmitykselle alueilla, joissa laaja kaukolämpöverkko ei ole kannattavaa. Tällöin lämpöyrittäjä voi toimittaa lämpöä yksittäisiin kiinteistöihin tai pieniin alueverkkoihin. Puu- ja bioenergian hintakehitys on ollut huomattavasti maltillisempaa kuin öljyn.

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)

Lämpöyrittäjyyden kautta voidaan saada selkeitä kustannussäästöjä vähentyneiden ympäristövaikutusten lisäksi.

[http://www.motiva.fi/files/7714/Kuinka\\_ostaa\\_lampoyrittajyyspalveluita\\_Motivan\\_ohje\\_20130918\\_NM.pdf](http://www.motiva.fi/files/7714/Kuinka_ostaa_lampoyrittajyyspalveluita_Motivan_ohje_20130918_NM.pdf)

Lämpöyrittäjyystoiminta on paikallista lämpöenergian tuottamista, jossa yrittäjä tai yritys myy käyttäjälle lämpöä sovitettuun hintaan. Pääpoltoaineena on puu. Myös puunjalostuksen sivutuotteet, peltobiomassat ja turve sopivat polttoaineeksi. Polttoaineen hankinnan lisäksi yrittäjä tai yrittäjäyhteisö huolehtii lämpökeskuksen toiminnasta ja saa tuloa lämmitettävään kiinteistöön tai lämpöverkkoon tuotetusta energiasta. Lämpölaitos voi olla kiinteistön omistajan tai yrittäjän omaisuutta ja niiden teho vaihtelee usein muutamasta kymmenestä kilowatista useampaan megawattiin.

Lämpöyrittäjyyden ansaintalogiikka perustuu lämpöyrittäjän tuottamaan lämpöön, josta lämmön kuluttaja maksaa. Pienimmissä kohteissa lämpöyrittäjä myy lämpökeskuksen lämpöä suoraan asiakkaalle, ja alueverkko voi olla vain muutamia metrejä, esimerkiksi pihapiirin rakennusten välillä. Suuremmissa kohteissa usein kunta on investoinut alueverkkoon ja hoitaa myös lämmön myynnin ja jakelun sekä sopimuksen lämmönkuluttajien kanssa. Lämpöyrittäjän vastuulla on lämmön kulutukseen vastaaminen.

Lämpöyrittäjyyttä on toteutettu seuraavilla toimintamalleilla

- Perinteinen lämpöyrittäjyys. Lämpöyrittäjä toteuttaa laitosten investoinnin ja vastaa lämmöntuotannosta. Kunta voi olla osallisena investoinnissa.
- Franchising. Tässä mallissa lämpöyrittäjä (franchising ottaja) ja franchise-antaja osallistuvat molemmat investointiin. Lämpöyrittäjä saa franchise-antajalta hallintopalvelut, polttoaineen hankinnan ja teknologisen osaamisen.
- Kokonaispalvelu. Kokonaisvaltaisessa palvelumallissa paikallinen lämmöntuottaja vastaa siitä, että asiakkaalla on joka hetki haluttu asumismukavuus mahdollisimman alhaisilla kustannuksilla. Kokonaispalvelumallissa paikallisen kaukolämmöntuottajan ansaintalogiikka voi perinteisestä lämpöyrittäjyydestä poiketen perustua myös lämmönsäästämisestä saatavaan tuloon sekä energiatehokkuustoimenpiteiden palvelumaksuihin.

Lämpöyrittäjä voi hakea tukea investointeihin Maaseutuvirastosta. Tuki on todennäköisesti hieman parempi kuin kunnan saama tuki TEM:ltä. Joissakin tapauksissa lämpöyrittäjä voi saada uusiutuvan energian ja/tai jakelun uusiin laitoksiin tukea jopa 30%. Tavallinen tuki on 20%. TEM:ltä kunta voi saada 10 - 15%.

<http://www.mavi.fi/fi/tuet-ja-palvelut/yrityksia-kauppa-teollisuus/yritystuet/Sivut/yritystuet.aspx>

Turun alueella toimivat ainakin seuraavat lämpöyrittäjät:

- Riikin Energia Oy, Halikko
- Kosken aluelämpö Oy, Koski
- Suomen bioenergia, Lieto
- Auran lämpö Oy, Aura
- Vahdon lämpö, Vahto (Rusko)

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)

## 6 Lämmitystekniikkavaihtoehdot

### 6.1 Maalämpöjärjestelmä

#### Yleistä

Maalämpöjärjestelmät ovat viime vuosina nousseet suureen suosioon mietittäessä uuden lämmitysvaihtoehdon hankintaa. Maalämpötekniikka onkin kehittynyt paljon ja pumppujen ja porausten hinnat ovat myös laskeneet. Maalämpötoimittajia on kuitenkin paljon ja etenkin isoissa kohteissa järjestelmän suunnitteluun ja tarkkaan mitoitukseen kannattaa panostaa. Esimerkiksi lämmitysjärjestelmän optimoinnilla ja lämmönjakoverkon tasapainotuksella ennen maalämpöjärjestelmän asentamista voidaan saavuttaa kiinteistössä maalämmön kannalta edullisemmat olosuhteet mm. menoveden maksimilämpötilan suhteen, jolloin pystytään hyödyntämään tehokkaammin maalämpöä. Maalämpöratkaisuun liittyy usein lisäksi kunnalta pyydettävä toimenpidelupa. Maalämpöjärjestelmä kuluttaa energian tuottamiseen sähköä ja lisäenergiatarve tuotetaan tyypillisesti sähköllä, joten **maalämpöratkaisua harkittaessa tulee huomioida lämpökeskukseen saatavilla oleva sähkösyöttö ja mahdollinen muutostarve riittävän virran saamiseksi nousujohdon ja sulakekoon osalta**. Järjestelmän hintaan vaikuttaa myös maalämpöputkiston asennustapa joko maapiirinä tai kallioporausena sekä porausvaihtoehdossa kalliopinnan syvyys kohteessa. Suurissa kohteissa kannattaa aina tehdä koeporaus jossa selviää kallion syvyys maanpinnalta sekä mitataan kaivon lämmönluovutuskyky. Tällöin tarvittava kaivojen kokonaismäärä ja -syvyys voidaan määrittää tarkemmin ja investointikustannus saadaan optimoitua.

#### Edut

- Käyttökustannukset ovat matalat
- Oikein asennettu järjestelmä tarvitsee vain vähän huoltoa
- Lämmönlähde on ehtymätön
- Oikein mitoitettu järjestelmän lämmön toimitusvarmuus on erinomainen
- Luotetun valmistajan maalämpöpumppujen elinikä on pitkä (20–30 vuotta)
- Maalämpökaivot soveltuvat myös tarvittaessa jäähdytykseen
- Käytetyllä sähkömäärällä saa enemmän lämpöä (Vuosihyötysuhde on noin 3)

#### Haitat

- Investointikustannus on suuri
- Maalämpötoimittajien ja laitteiden taso vaihtelee
- Mitoituksissa tehtävät virheet voivat vaikuttaa kustannussäästöihin ja laitteiden käyttöikään merkittävästi
- Maalämpöpumppu edellyttää sähkötoita ja mahdollisesti sulakekoon suurentamista. Tällä on vaikutus perusmaksuun ja säästölaskelmaan.
- Iso kohde vaatii suuren määrän porareikiä tai suuren pinta-alan maakeruupiirille

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)



- Vanhoissa kohteissa lämmitysjärjestelmä on mitoitettu korkealle lämpötilalle ja siksi talvella saatetaan joutua tukemaan maalämpöä esim. sähkövastuksella.

## 6.2 Hakelämmitysjärjestelmä

### Yleistä

Kotimainen ja ympäristöystävällinen tapa hoitaa rakennuksen lämmitys on siirtyä pelletti- tai hakelämmitykseen. Ympäristöystävälliset ja paikalliset polttoaineet ovat myös tulevaisuuden polttoaineita katsottaessa kansallisia tavoitteita polttoaineiden käytössä ja energian tuotannossa.

Pellettiä pidetään yleisesti käyttäjälle helpompana ja toiminta- ja huoltovarmempana ratkaisuna kuin haketta. Pelletti myös on polttoaineena tasalaatuisempaa ja helpompaa käsitellä, mutta hake on toisaalta yleisesti halvempaa. Hakelämmitys on myös lämmitysjärjestelmänä muuntautumiskykyisempi, jolloin polttoaineena voidaan usein käyttää myös turvetta, viljaa ja muuta kiinteää polttoainetta kattilasta riippuen. Tätä tasalaatuisuusriskiä voi pienentää kun lämmöstä vastaava vastaa myös polttoaineesta.

Siirtyminen hake tai pellettilämmitykseen aiheuttaa kattilavaihdon lisäksi tarpeen rakentaa polttoainesilo halutulle polttoaineelle. Lämmitysratkaisun kustannuksiin vaikuttaa merkittävästi myös se voidaanko silo ja lämmitysratkaisu asentaa olemassa oleviin tiloihin, vai joudutaanko uudelle lämmitysjärjestelmälle rakentamaan oma rakennus (lämpökontti), ja voidaanko nykyistä piippua hyödyntää uuden kattilan kanssa. Rakennuksen rakentamiseen tarvitaan rakennuslupa. Etenkin suuriin pelletti/hakelämmitysratkaisuihin siirryttäessä on syytä huomioida myös tuhkan poiskuljetus ja nuohous menoeränä.

Pellettilämmitysjärjestelmään kuuluu:

- Kattila ja poltin
- Polttoaineen siirtojärjestelmä
- Polttoainevarasto (silo)
- Savukaasumuri (mahdollisesti)
- Tuhkasäiliö ja mahdollisesti tuhkaimuri
- Ohjauskeskus
- Piippu (kondensoiva kattila edellyttää ruostumattomasta teräksestä valmistettua sisäpiippua)

### Edut

- Polttoaineen kotimaisuus ja usein paikallisuus
- Ympäristöystävällinen vaihtoehto
- Polttoaineen toimitusvarmuus on hyvä
- Imagohyöty

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)

#### Haitat

- Savuhaitat
- Pölyhaitat
- Investointikustannus on suuri
- Eri valmistajien laitteissa ja ratkaisuissa on eroja
- Polttoaineen kuljetus lisää liikennettä
- Polttoaineen varastointi edellyttää tilaa
- Polttoaineen varastointiin liittyy kosteuskysymyksiä
- Kiinteän polttoaineen kattilat tarvitsevat öljyjärjestelmää enemmän valvontaa, huoltoa ja osaamista

### 6.3 Aurinkokeräimien yhdistäminen lämmitysjärjestelmään

#### Yleistä

Suomessa aurinkoenergian tehokas hyödyntäminen on mahdollista helmikuun alusta marraskuuhun saakka. Aurinkolämpöä voidaan hyödyntää sekä lämpimän käyttöveden valmistukseen, että vesikiertoiseen lämmitysjärjestelmään. Yleisesti aurinkolämpöä hyödynnetään enemmän käyttöveden lämmittämiseen, mutta suurin hyöty saadaan yhdistämällä järjestelmä myös lämmitykseen. Lämmitykseen hyödyntäminen on kannattavampaa jos rakennuksessa on vesikiertoinen lattialämmitys jonka lämpötilataso on alhainen patteriverkostoon verrattuna.

Aurinkokeräinjärjestelmiä on markkinoilla paljon ja vaikka tekniikka kaikissa on melko samanlaista vaikuttaa järjestelmän toimivuuteen merkittävästi järjestelmän mitoitus ja paneelien asennuskulmat. Hyvän aurinkokeräinjärjestelmän hankinnassa kannattaakin käyttää aikaa ja rahaa tarkkaan suunnitteluun ja mitoitukseen.

Aurinkoenergia on ilmaista mutta aurinkopaneelien asentamiseen liittyvät lupa-asiat kannattaa selvittää ajoissa. Etenkin keräimien asentamista katolle voidaan joissain kunnissa rajoittaa julkisivunäkökohtiin liittyvillä perusteilla.

Finsolar-hankkeessa DI Karoliina Auvinen, Aalto-yliopistosta kuvaa, että aurinkolämpö on taloudellisesti kannattavaa Suomessa lähes aina tietyissä olosuhteissa. Omakotitaloissa ja asunto-osakeyhtiöissä, kun aurinkolämpöjärjestelmä on voitu hankkia suhteellisen edullisesti sekä aurinkolämmöllä lämmitetään käyttövettä tai korvataan öljyä tai sähköä vesikiertoisessa lämmitysjärjestelmässä. Aurinkolämmön hyödyntäminen bioenergian tai maalämmön kanssa hybridinä voi olla myös kannattavaa. Kaikissa tapauksissa taloudellisuuden lisäehtona on, että aurinkolämpöjärjestelmän mitoitus on tehty optimaalisesti korkean hyötysuhteen omaavilla keräimillä auringonvalon saannin kannalta hyvään asennuspaikkaan niin, että järjestelmän tuottama lämpö pystytään hyödyntämään käyttökohteessa lähes täysimääräisesti.

[http://www.finsolar.net/?page\\_id=1363](http://www.finsolar.net/?page_id=1363)

#### Edut

- Aurinkoenergia on lähes ilmaista
- Järjestelmä vähentää peruslämpöjärjestelmän polttoaineenkulutusta ja kulumista

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)

- Oletetusti järjestelmä on huoltovarma ja pitkäikäinen
- Järjestelmän hankintaan voi saada energia-avustusta enemmän kuin perinteisiin järjestelmiin

#### Haitat

- Alkuinvestointi on suuri tuotettuun energiaan nähden
- Järjestelmien toiminta- ja huoltovarmuudesta ei ole pitkän aikavälin kokemuksia.
- Järjestelmän takaisinmaksuaikaan vaikuttaa useat eri tekijät
- Järjestelmän huollosta ei ole välttämättä paikallista osaamista

## 6.4 Aurinkosähköpaneeli

Aurinkosähköpaneelilla tuotetaan sähköä kiinteistön sähköverkkoon. Ylijäämä sähkö, jota ei käytetä, voidaan myydä verkkoyhtiölle, mutta se ei ole kannattavaa alhaisen hinnan vuoksi. Kannattavimpia investoinnit ovat kohteissa, joissa sähkö voidaan itse kuluttaa saman aikaan tuotannon kanssa. Tällaisia kohteita ovat esim. toimistorakennukset, joissa käytetään ilmastointia.

#### Edut

- Aurinkoenergia on lähes ilmaista
- Järjestelmä vähentää peruslämpöjärjestelmän polttoaineenkulutusta ja kulumista
- Oletetusti järjestelmä on huoltovarma ja pitkäikäinen
- Järjestelmän hankintaan voi saada energia-avustusta enemmän kuin perinteisiin järjestelmiin

#### Haitat

- Alkuinvestointi on suuri tuotettuun energiaan nähden
- Järjestelmien toiminta- ja huoltovarmuudesta ei ole pitkän aikavälin kokemuksia.
- Järjestelmän takaisinmaksuaikaan vaikuttaa useat eri tekijät
- Järjestelmän huollosta ei ole välttämättä paikallista osaamista

## 6.5 Ilmavesilämpöpumppu

Ilmavesilämpöpumpussa lämmönlähteenä on ulkoilma ja lämmön vastaanottajana lämmitysjärjestelmän vesi vesivaraajassa. Alkuinvestoinnit ilma-vesilämpöpumppulämmitykselle ovat huomattavasti pienemmät kuin maalämpöratkaisuissa. Laiteratkaus on ympäristöystävällinen valinta lämmitysmuodoksi, koska suhteellisesti pienehkön sähköverkosta ottaman tehonsa ansiosta se pienentää hiilijalanjälkeä. Toisin kuin maalämpöprojekteissa pihapiiri säilyy ennallaan asennuksen jälkeenkin ja asennuksen aikana ahtaissakin pihapiireissä toiminta voi jatkua likimain normaalisti.

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)

Ilma-vesilämpöpumppuja on useita erilaisia malleja ja kokoluokkia, mikä tarkoittaa, että erilaisiin kiinteistöihin, nykyään isoihinkin, voi valita parhaiten sopivan laitekokonaisuuden. Teknisesti, esimerkiksi saneerausratkaisuissa, järjestelmähankintaan kuuluu varsinainen ulkoyksikkö ja lämmönsiirrin pääkomponentteina. Ulkoyksikkö, joita voi olla useita isoissa kiinteistöissä, asennetaan rakennuksen seinustalle. Ulkoyksiköstä viedään lämmönsiirtonestettä sisältävä putkitus sisällä oleviin lämmönsiirtimiin. Lämmönsiirtimet kytketään olemassa olevaan vesilämmitysverkostoon nykyisen lämmöntuoton rinnalle, tai kokonaan korvaamaan nykyinen lämmönlähde.

Johtuen siitä, että ulkoilmaa lämmönlähteenään käyttävät lämpöpumput ovat ominaisuuksiltaan sellaisia, että niiden teho pienenee voimakkaasti ulkoilman lämpötilan laskiessa alle  $-15^{\circ}\text{C}$ , joudutaan ilma-vesilämpöpumppuratkaisuissa käyttämään huippupakkasilla tukilämpöä, kuten esimerkiksi öljykattilaa.

#### Edut

- Lämmönlähde (ilma) on rajattomasti käytettävissä
- Käyttäjän kannalta helppo ja pitkälle automatisoitavissa oleva ratkaisu
- Ympäristöystävällinen vaihtoehto, koska kuluttaa tyypillisesti jopa 3-4 kertaa vähemmän sähköä, kuin suora tai normaali varaava sähkölämmitys
- Sähkön toimitusvarmuus on hyvä

#### Haitat

- Eri valmistajien laitteissa ja ratkaisuissa on eroja ja tuotekehitys on paikoitain keskeneräistä
- Lämmöntuoton selvä pieneneminen ulkoilman lämpötilan laskiessa alle  $-15^{\circ}\text{C}$
- Vähäinen meluhaitta, joka tarkasteltavan kiinteistön sijaitessa kauempana asuinrakennuksista on kuitenkin olematon.
- Nykytilanteeseen verrattuna sähkönkulutuksessa tapahtuu selvä kasvu.
- Sulakekokoa voi ainakin liitettävässä keskuksessa joutua kasvattamaan.

### 6.6 Poistoilmalämpöpumppu

Poistoilmalämpöpumppu käyttää lämmönlähteenä talosta koneellisesti poistettavaa ilmanvaihtoilmaa. Se vaatii jatkuvan poistoilmavirran. Laite imee lämmintä poistoilmaa. Lämpöpumppu ottaa lämpimän ilman energian talteen ja siirtää sen rakennuksen muihin tiloihin puhallettavaan tuloilmaan, lämpimään käyttöveteen ja lämmitysjärjestelmän käyttöön. Periaatteessa tällä järjestelmällä voidaan säästää noin 40 % lämmitysenergiasta.

Poistoilmalämpöpumppu soveltuu kohteisiin, joissa ilmamäärä on vähintään 400 l/s, eikä siinä ole lämmöntalteenottoa ilmanvaihdoissa. Poistoilma pitää olla johdettavissa yhteen pisteeseen lämmönvaihtimelle. Tämä onnistuu kustannustehokkaasti kiinteistöissä, joissa ns. vaakavedot jäävät lyhyiksi. Tällaista ratkaisua ei siis kannata soveltaa matalassa pitkässä rakennuksessa, jossa on useita poistoja.

Poistoilmalämpöpumppu ei sovellu ainoaksi lämmitysjärjestelmäksi.

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)



**Edut**

- Järjestelmä vähentää peruslämpöjärjestelmän polttoaineenkulutusta ja kulumista
- Oletetusti järjestelmä on huoltovarma ja pitkäikäinen

**Haitat**

- Järjestelmän liittäminen entiseen ilmanvaihtojärjestelmään saattaa olla teknisesti vaikeaa.
- Järjestelmien toiminta- ja huoltovarmuudesta ei ole pitkän aikavälin kokemuksia.
- Poistoilmalämpöpumppu on aina täydentävä lämmitysmuoto.

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

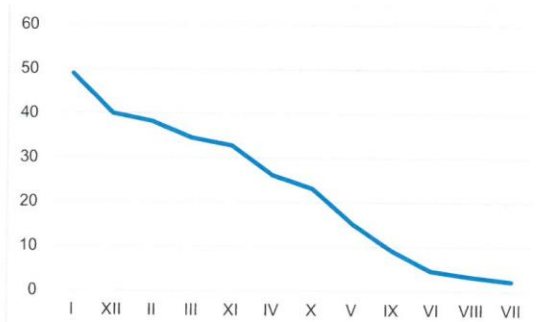
Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)

## 7 Kohteiden tarkastelu

### 7.1 Parainen

#### 7.1.1 Skräbbölen koulu

Koulu on rakennettu 1928. Kolmen vuoden keskiarvona öljyä on kulunut 20816 l vuodessa. Tällä kulutusmäärällä on lämmitetty koulu ja viereinen rivitalo. Koulun yhteyteen on suunniteltu laajennus. Sen lämmöntarvetta ei ole otettu huomioon laskuissa.



Kuvassa on esitetty öljyn kulutuksen mukaan piirretty lämmityksen pysyvyyssikäyrä. Kuukausijaossa on käytetty Turun lämmitystarvelukua 2012.

Laskuissa on käytetty seuraavia lähtötietoja

Sähkön hinta	0,1 €/kWh	(alv 0)
Öljyn hinta	0,823 €/l	(alv 0)
Vedenkulutus kv	960 m <sup>3</sup> /v	
Lämmin kv (30% ed.)	288 m <sup>3</sup> /v	
Lämmin kv, energia	16740 kWh	

Valitaan maalämpöjärjestelmän tehoksi 40 kW. Tällöin sillä pystytään tuottamaan noin 93,6 % öljyn käytön mukaan lasketusta energiantarpeesta. Loppu tuotetaan edelleen öljyllä.

Seuraavassa taulukossa sarake E näyttää tarvittavan kokonaisenergian energialajeittain. Sarakkeessa E otetaan huomioon lämpöpumpun SPF kerroin. Laskuissa on käytetty arvoa 3,5. Euro-sarakkeessa on laskettu vuosittainen energiaan käytetty rahamäärä.

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)



## Energiakulu

		E/kWh	E otto/kWh	I	€
Öljy	6,35 %	11904	0	1323	1088,5
Maalämpö	93,65 %	175440	50126	0	5012,6
<b>Yhteensä</b>	<b>100,00 %</b>	<b>187344</b>			<b>6101,07</b>

Suora takaisinmaksu (alv 0%). Laskelmat sarakkeessa "Investointi + " simuloivat tilannetta, jossa investointi tulee kalliimmaksi kuin on oletettu sarakkeessa "Oletettu" (herkkyysanalyysi).

Energiakulu	Oletettu	Investointi +10000	
Öljy	17131	17131	€
Maalämpö ja öljy + huolto 500€/v	6601	6601	€
Säästö/a	10530	10530	€
Investointi	90000	100000	€
Investointi, jos tuki 15 %	76500	85000	€
<b>Takaisinmaksu ilman tukea</b>	<b>8,5</b>	<b>9,5</b>	<b>v</b>

## Pääomantuotto (alv 0%), laskettu ilman tukea

	Kuluvat osat	Muut	
Pitoaika vuotta	15	30	
Poisto/a	1667	2500	€
Poisto yhteensä /a	4167		€
Nettotuotto (tuotto-poisto)	6363		€
Sidottu pääoma keskimäärin (hankintak./2)	45000		€
<b>KA tuotto (nettotuotto/keskim. sidottu Pääoma)</b>	<b>14</b>		<b>%</b>

Herkkyysanalyysi osoittaa, että suora takaisinmaksuaika vaihtelee investoinnin suuruuden mukaan noin vuoden. Saman verran vaihteluväliä tuo +/- 10 % heitto arvioidussa säästössä. Tähän rakennukseen kannattaa tehdä muita energiatehokkuustoimia ennen lämmitystavan muutosta ja vasta sen jälkeen valita päivitettyjen energiakulutustietojen mukainen uusi lämmitysjärjestelmä.

Uudisrakennuksen toteutus ja siihen suunniteltu lämmitysjärjestelmä ratkaisevat lopullisen toteutuksen.

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
www.enegia.com



Öljylämmityskattilat sijaitsevat kiinteistössä sellaisessa paikassa, että niiden saanti sieltä ulos tai maalämpölaitteiston asentaminen siihen tilaan vaatii paljon rakennuksen purkamista. Näitä kustannuksia ei ole tässä millään tavalla arvioitu. Suositeltavaa olisi löytää lämpöpumpulle ja varaajalle kiinteistössä joku muu sijainti, jonne asennukset olisi helpompi suorittaa.

Nämä työt lisäävät investointikustannuksia.

Skräbbölen koulun laskelmissa ei ole mukana projektijohdollisia kustannuksia laajennushankkeen vuoksi. Lämpöpumpun vaatimaa uutta sähköliittymää ei ole myöskään otettu huomioon, koska suunnitteilla on laajennus, jonka yhteydessä liittymä kuitenkin rakennetaan.

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)

## 7.2 Nauvo

## 7.2.1 Områdeskontor

## Rakennuksen perustiedot

Valmistumisvuosi	1951
Tilavuus m <sup>3</sup>	3057
Pinta-ala m <sup>2</sup>	1012
Öljyn kulutuksen 3 vuoden keskiarvo (l/v)	17933

Öljynkulutukseltaan tämä kiinteistö on samaa luokkaa Skräbbölen koulun kanssa. Jos kohteeseen suunnitellaan lämpöpumppua, kustannukset ja takaisinmaksuaika tulevat olemaan samaa luokkaa. Myös tässä kohteessa lämpöpumppulaitteistona asennus kattilahuoneeseen olisi erittäin hankala toimenpide. Jos päädyttäisiin tähän vaihtoehtoon, kiinteistöstä täytyy löytää joku toinen tila laitteistolle.

## 7.2.2 Grannas palvelutalo

## Rakennuksen perustiedot

Valmistumisvuosi	1996
Tilavuus m <sup>3</sup>	5690
Pinta-ala m <sup>2</sup>	1571

## 7.2.3 Lågstadie, ala-aste

## Rakennuksen perustiedot

Valmistumisvuosi	1958
Tilavuus m <sup>3</sup>	3260
Pinta-ala m <sup>2</sup>	1086

## 7.2.4 Högstadie, ylä-aste

## Rakennuksen perustiedot

Valmistumisvuosi	1987
Tilavuus m <sup>3</sup>	3640
Pinta-ala m <sup>2</sup>	959



Grannas, Lågstadie ja Högstadie lämpenevät kaikki ala-asteen tiloissa olevasta lämpökeskuksesta. Öljynkulutus on keskimäärin ollut 74223 l/v.

Öljyn kulutuksen 3 vuoden keskiarvo (l/v)

Grannas+Lågstadie+Högstadie	74223
Områdenskontor	17933
Yhteensä	92156

Områdenskontor ja mainitut kolme muuta kohdetta sijaitsevat lähekkäin. Områdenskontor on tien toisella puolella. Kun sen öljynkulutus lisätään edelliseen, saadaan yhteiseksi kulutukseksi 92156 l/v.

Tästä saadaan laskettua seuraavat arvot:

- Tarvittu energia noin 829 401 kWh/v
- Öljyyn käytetty rahamäärä 75 840 €/v

Yksi vaihtoehto olisi asentaa Områdenskontoriin oma maalämpölaitteisto ja nykyiselle öljylämmitysalueelle oma maalämpölaitteisto. Siis hankittaisiin kaksi laitteistoa. Näiden yhteenlaskettu investointikustannus olisi yli kolminkertainen, koska nykyisen öljylämpölaitteiston korvaava järjestelmä olisi huomattavasti tehokkaampi kuin Skräbbölen koululle laskettu. Takaisinmaksuaika olisi samaa tasoa kuin Skräbbölessäkin, mutta rahaa sitoutuisi enemmän. Jos taas tarkastellaan asiaa siltä kannalta, että nykyiset öljykattilat korvattaisiin hakelämmityksellä, kattilalaitoksen investointikustannus ei merkittävästi kasva, vaikka se mitoitettaisiin kattamaan myös Områdenskontorin lämmöntarpeen. Putkistoa tulee enemmän. Kaikissa kohteissa maalämpöpumpun ja varaajien sijoittelu kiinteistössä on ratkaistava suunnitteluvaiheessa, sillä kattilahuoneet on sijoiteltu niin, että niihin maalämpöpumppuja ei saada asennettua. Kyseeseen tulee siis oman rakennuksen tekeminen tai jonkun muun tilan käyttäminen tähän tarkoitukseen.

Seuraavassa tarkastellaan hakekonttijärjestelmävaihtoehtoa tälle alueelle. Mukaan on laskettu siis myös Områdenskontorin lämmöntarve.

Hakelämmitys mitoitetaan täydelle teholle. Mitä suurempi hakelämmöllä tuotettu lämpömäärä on sitä paremmin järjestelmä toimii myös pienellä kuormalla kesäaikaan. Varalla olevaa öljykattilaa voidaan hyödyntää huolto- ja häiriötilanteissa.

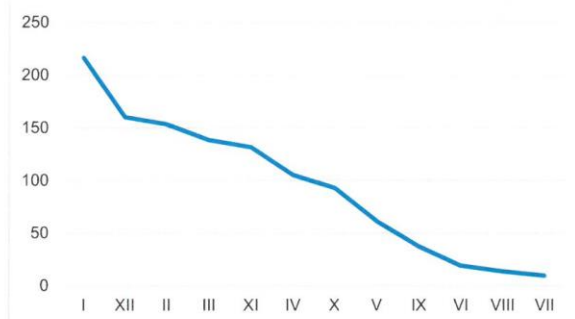
Öljynkäytön mukaan piirretään pysyvyysskäyrä. Valitaan kohteeseen 400 kW kattila, koska se pystyy pienempää kattilaa paremmin vastaamaan äkillisiin lämmöntarpeen muutoksiin ja koska kattilan teho ei vaikuta kovin paljon koko järjestelmän hintaan.

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
www.enegia.com



Kuvassa on esitetty öljyn kulutuksen mukaan piirretty lämmityksen pysyvyysskäyrä. Kuukausijaossa on käytetty Turun lämmitystarvelukua 2012.

Seuraavassa taulukossa on listattu laskennassa käytettyjä lähtöarvoja.

Sarake A: Oma investointi, oma työ. Työn osuus puuttuu.

Sarake B: Oma investointi, ulkopuolinen yrittäjä toimittaa raaka-aineen ja vastaa lämmöntuotannosta

Sarake C: Lämpöyrittäjä hankkii lämpölaitoksen ja toimittaa lämmön. Kaupunki investoi muun osan.

Taulukko. Lähtöarvot

	A		B	C	
Lämpöarvo	800	kWh/i-m <sup>3</sup>			
Hinta	25	€/i-m <sup>3</sup>	35	68	€/MWh
Putkiston lämpöhäviö	0,03	W/mK			
Putkisto Ala-aste - Områdeskontor	150	m			
Putkisto hakekontti - kiinteistö	50	m			
Putkiston pituus yhteensä	200	m			
Häviöenergia	2628	kWh			
Öljystä on saatu	829401	kWh			
Tarvittava energia	832029	kWh	832	832	MWh
Hakemäärä	1040	m <sup>3</sup> /v			
Huolto	3000	€/v	3000		€/v
Laskettu hinta	29001	€	32121	56578	€
Varmuuskerroin	1,20		1,2	1,2	
<b>Hinta</b>	<b>34801</b>	<b>€/v</b>	<b>38545</b>	<b>67894</b>	<b>€/v</b>
Energian hinta	41,83	€/MWh	46,3268	81,6	€/MWh

Jotta hinnat saadaan vertailukelpoiseksi, kaupungin on arvioitava sarakkeen A kustannuksiin lisäksi oman työn kustannukset. Sarakkeissa B ja C kyseiset kulut ovat mukana.

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)



Taulukossa on esitetty investointikustannuksen arvioinnissa käytetyt osatehtävät ja niiden hinta-arviot.

			€/m		
Lämpökontti	400	kW		135000	€
Asennus				20000	€
Putkisto	200	m	200	40000	€
Asennus				5000	€
Rahti				2500	€
Kaivu	120	h	80	9600	€
Perustukset				30000	€
Asennukset	150	h	60	9000	€
Suunnitelmat				10000	€
Muut maansiirtotyöt				30000	€
Projektinjohto ja valvonta				28900	€
Louhinta	200		100	20000	€
<b>Yhteensä</b>				<b>340000</b>	<b>€</b>

Takaisinmaksuaika (alv 0). Laskettu sarakkeen A mukaan.

	Oletus	1)	
Öljy	75840	75840	€
Hake	34801	34801	€
Säästö	41039	32831	€
Investointi	340000	408000	€
<b>Takaisinmaksu ilman tukea</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>v</b>
Investointi, jos saadaan 15% tuki	289000	346800	€
<b>Takaisinmaksu tuki mukana</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>v</b>

Taulukossa on esitetty laskelmat oletuslähtöarvoilla ja tilanteessa (1), jossa saavutettu säästö olisi 20% oletettua pienempi ja samalla investointi 20% kalliimpi kuin peruslaskelmassa. Tällä laskennalla on tarkoitus hahmottaa investoinnin kannattavuuden herkkyyttä oletusarvojen muuttuessa. Silläkin tavalla arvioituna investointi on mielenkiintoinen ja öljystä luopuminen perusteltua. Investointituen vaikutus takaisinmaksu-aikaan on noin vuosi.

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
www.enegia.com





## Pääomantuotto (alv 0) oletusarvoilla

	Kuluvat osat	Muut	
Pitoaika vuotta	15	30	v
Poisto/a	4500	11183	€
Poisto yhteensä/a	15683		
Nettotuotto (tuotto-poisto)	25356		€
Sidottu pääoma keskimäärin (hankintak./2)	170000		€
KA tuotto (nettotuotto/keskim. sidottu Pääoma)	15		%

Seuraavassa on tilannetta arvioitu sillä tavalla, että käytettäisiin lämpöyrittäjää sarakkeen C mukaisesti. Tällöin lämpöyrittäjä investoi lämmityskontin, toimittaa polttoaineen ja vastaa lämmöntuotannosta. Hintana on käytetty yrittäjältä saatua arviota. Saaristo-olosuhteet vaativat laitoksen valvojan paikallista läsnäoloa. Tämä täytyy varmistaa sopimuksenteon yhteydessä.

Kun verrataan edellä laskettuja tuloksia lämpöyrittäjän käyttöön, voidaan havaita lämpöverkon vaikutus kokonaisinvestointiin. Toisaalta kaupungilta sitoutuu paljon vähemmän pääomia järjestelmään ja ne ovat käytettävissä muualla.

	Oletus	
Öljy	75840	€
Hake	67894	€
Säästö	7947	€
Investointi	185000	€
Takaisinmaksu	23	v
Investointi, jos saadaan 15% tuki	157250	€
Takaisinmaksu	20	v

	Kuluvat osat	Muut	
Pitoaika vuotta	15	30	v
Poisto/a	0	6167	€
Poisto yhteensä/a	6167		
Nettotuotto (tuotto-poisto)	1780		€
Sidottu pääoma keskimäärin (hankintak./2)	92500		€
KA tuotto (nettotuotto/keskim. sidottu Pääoma)	2		%

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
www.enegia.com

Edellä laskettujen vaihtoehtojen välillä on vielä sarakkeen B vaihtoehto, jossa kaupunki investoi koko järjestelmän ja lämpöyrittäjä vastaa polttoaineesta ja lämmöntoimituksesta. Tässä vaihtoehdossa lämmön tuotanto on kaupungin kannalta yhtä huoletona kuin vaihtoehdossa C, mutta kaikki tekniikka on omassa hallinnassa ja käytettävissä vielä lämmöntoimitussopimuksen umpeuduttua. Investointi on yhtä suuri kuin vaihtoehdossa A.

#### Hakevarasto

Seuraavassa tarkastellaan vielä tilannetta, jossa investointiin otetaan mukaan hakevarasto. Oma varasto tarvitaan, jos hake tehdään paikallisesti.

Hakevarastoksi sopiva pressuliukuovilla varustettu rakennus 13 x 30 m (räystäskorkeus 6 m) maksaa pystytettynä noin 60 000€. Lisäksi tarvitaan perustukset ja asfaltoitu lattia, sekä puunkäsittelyalue.

Hakevarasto		
Varasto+pystytys	60000	€
Perustukset	30000	€
Lattia + asfaltointi	37500	€
Piha-alue, asfaltoitu (500 m <sup>2</sup> )	32500	€
Piha-alue, hiekalla (1000 m <sup>2</sup> )	40000	€
	200 000	€

Arvioidaan tässä nyt niin, että puolet varaston kustannuksista kohdistuisi tähän Nauvon kohteeseen ja puolet mahdolliseen Korppoon koulukeskushankkeeseen.

Tämä tarkoittaa, että edelliseen takaismaksuaikalaskelmaan lisätään investointisarakkeeseen 100 000€.

#### Suora takaisinmaksu (alv 0)

	Oletus	1)	
Öljy	75840	75840	€
Hake	34801	34801	€
Säästö	41039	32831	€
Investointi	440000	528000	€
Takaisinmaksu ilman tukea	11	16	v

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)

*Pääoman tuottolaskelma, ei tukea (alv 0%)*

Pitoaika vuotta	30	30	v
Poisto/a	14667	17600	€
Nettotuotto (tuotto-poisto)	26373	15231	€
Sidottu pääoma keskimäärin (hankintak./2)	220000	264000	€
KA tuotto (nettotuotto/keskim. sidottu Pääoma)	12	6	%

Lämpöyrittäjällä on olemassa hakkeenvarastointiin oma ratkaisu. Kiinteästi rakennettavan varaston sijaan yrittäjä voi toimittaa varastointikontin. Tässä tapauksessa varastoinvestointi jää lähes kokonaan pois. Konttia varten tarvitaan vain tasainen kenttä.

## 7.2.5 Aurinkoenergia

Neuvotteluissa oli esillä aurinkoenergian ja hakelämmityksen yhdistäminen.

Auringosta saatavaa energiaa on arvioitu seuraavassa RakMK osan D5 laskentaohjeen mukaan.

Aurinkoenergiasta saadaan parashyöty kun se käytetään samassa kiinteistössä.

**Aurinkolämpö**

Lasketaan aurinkolämpö Aurinko-opas 2012 laskentaohjeen (pitkä menetelmä) mukaan.

Oletetaan, että kohteiden energiankäytöstä 10% menee veden lämmittämiseen. Se tarkoittaa 82940 kWh/v.

Valitaan 90 m<sup>2</sup> aurinkokeräimet

Keräimien hinta on noin 500 €/m<sup>2</sup>. Keräimien lisäksi tarvitaan varaaja, putkitukset ja automaatiojärjestelmä. Käytetään tässä laskelmassa investointikustannuksena 70 000 €.

*Auringosta hyötykäyttöön saatava energia*

Lämmitys- energiantarve	Hyödynnetty aurinkoenergia	Aurinkolämmön osuus tarpeesta	Muulla kuin aurinko- lämmöllä tehtävä lämmitys	Pumppujen sähkönkulutus
[kWh]	[kWh]	[%]	[kWh]	[kWh]
82940	40832	49	42108	1000

*Takaisinmaksu aika, kun vertailukohtana on veroton öljyn hinta*

	MWh	€
Investointi		70 000
Säästö/v	41	3939
TMA		18

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
www.enegia.com

Aurinkokeräimien rakentaminen kasvattaa investointia, mutta pienentää kesäaikaista energiankulutusta ja esimerkiksi saattaa mahdollistaa muun lämmitysmuodon sammuttamisen kesäkuukausiksi.

#### Aurinkopaneelit

Aurinkoenergiaa voidaan käyttää hyödyksi asentamalla sähköä tuottavat aurinkopaneelit. Esimerkiksi 50 m<sup>2</sup> paneeleilla saataisiin Nauvossa noin 5400 kWh sähköenergiaa vuodessa. Tästä 90 % saadaan maaliskuusta syyskuuhun. Paneelit voidaan esimerkiksi mitoitaa syöttämään energiaa hakelämpökontin tarpeisiin. Alustavien hintatietojen mukaan tällaisen järjestelmän takaisinmaksuaika laskettuna verottomilla hinnoilla on oletetun 30% avustuksen jälkeen 13 vuoden luokkaa edellyttäen, että tuotettu sähkö käytetään samassa kiinteistössä. Veron mukaanotto laskee takaisinmaksuajan 10 vuoden paikkeille.

#### 7.2.6 Hybridiratkaisu: Grannas+Lågstadie+Högstadie

Nämä kohteet lämmitetään yhteisellä järjestelmällä. palvelutalossa (Grannas) on ympärivuotista toimintaa ja siksi voidaan suunnitella, että sinne asennettaisiin poistoilmalämpöpumppu. Oletetaan, että järkevästi voidaan kerätä 1400 l/s ilmamäärä ympärivuorokauden. Lisäksi asennetaan 500 m<sup>2</sup> aurinkopaneelit palvelutalon katolle ja käytettäisiin niiden energia omaan käyttöön. Oletetaan, että saatu teho vähentäisi lämmitystarvetta. Aurinkokeräimien asentaminen olisi kalliimpi investointi ja siksi niitä ei ole otettu mukaan tähän analyysiin.

	Osuus(%)	Energia (KWh)	otto (KWh)	Kulutus (€)	investointi (€)
Poistoilma lämpöpumppu, ilma 1400 l/s	17	112714	31000	3100	65000
Aurinkopaneelit (sähkö) 500 m <sup>2</sup>	8	51131	0		85000
Jää öljylle	75	504159	560176	46100	
<b>Yhteensä</b>		<b>668004</b>		<b>49200</b>	<b>150 000</b>

Nykyiseen öljylämmitykseen verrattuna öljylle jäisi näillä arvoilla laskettuna 75 % osuus lämmöntuotannosta. Öljyn voidaan tietenkin korvata maalämpöpumpulla, mutta siiolin auringon ja poistoilman investointien hyödyllisyys kannattaa harkita tarkasti.

Ennen lämpöpumppuinvestointia on selvítettävä sähköliittymän kustannukset, sekä lämpöpumppujen ja lämpökaivojen sijoitusmahdollisuudet.

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)



## 7.2.7 Nagu daghem

## Rakennuksen perustiedot

Valmistumisvuosi	2004
Tilavuus m <sup>3</sup>	1740
Pinta-ala m <sup>2</sup>	600
Öljyn kulutuksen 3 vuoden keskiarvo (l/v)	6985

Lasketaan maalämpöjärjestelmä öljynkulutuksen mukaan. Tässä tapauksessa öljyn jättäminen lisälämmöksi ei ole järkevää, sillä vuosittainen öljynkulutus jäisi niin pieneksi, että sitä varten ei öljykattilaa voi pitää käyttökunnossa. Vuosittaiset huolto, nuohous yms. kulut alkaisivat olemaan laskelmassa hallitsevassa roolissa, koska kyse on pienestä kohteesta. Maalämmön lisälämmöksi on laskettu sähkö.

Tässä kohteessa kyse on pienistä euromääräisistä summista verrattuna isompiin kohteisiin.

## Taulukko. Pääoman tuotto (alv 0) ei tukea

Pitoaika vuotta	15	30	
Poisto/a	1500	750	€
Poisto yhteensä/a	2250		
Nettotuotto (tuotto-poisto)	1153		€
Sidottu pääoma keskimäärin (hankintak./2)	22500		€
KA tuotto	5		%

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)



### 7.3 Korppoo

#### 7.3.1 Stabshuset

##### Rakennuksen perustiedot

Valmistumisvuosi	1935
Tilavuus m <sup>3</sup>	3770
Pinta-ala m <sup>2</sup>	1146
Öljyn kulutuksen 3 vuoden keskiarvo (l/v)	19834
Öljystä saatava energia MWh/v	178
Öljyyn käytetty rahamäärä €	16 300

Stabshusetin öljykattila on huonossa kunnossa ja siksi sitä ei kannata jättää käyttöön, vaan huiput kannattaa tehdä suoralla sähköllä. Kattilan huonon kunnon vuoksi tämän kohteen lämmitystapamuutos tai lämmitysjärjestelmän uusinta on tehtävä pikaisesti.

Maalämpöä ajatellen tämän kohteen kulutustiedot ja investoinnin takaisinmaksuajat riskeineen ovat samaa tasoa Paraisten Skräbbölen vanhan koulun kanssa.

Hakkeelle kohde on pieni.

Ilmavesilämpöpumppu investointi on investointina pieni, mutta vaatii myös muuta lämmitystekniikkaa avukseen. Seuraavassa on laskettu ilmavesilämpöpumppu ja varaaja-asennus niin että lisälämmitys tehdään öljyllä. Varaajalle ja pumpulle on kiinteistöstä löydyttävä sijoituspaikka lämpökeskuksen läheltä. Investoinnin jälkeen öljyä tarvitaan noin 5000 l vuodessa aiemman 19 800 l:n sijasta. Sähkönkulutus lisääntyy. Sähköliittymä täytyy tarkastaa.

##### Ilmavesilämpöpumppu

Lämmitys	Teho [kW]	Energia [MWh]
Ilma-vesilämpöpumppu (lämpö)	26,3	126,9
Ilma-vesilämpöpumppu (sähkö)	8,7	34,4
Öljy	54,6	33,3

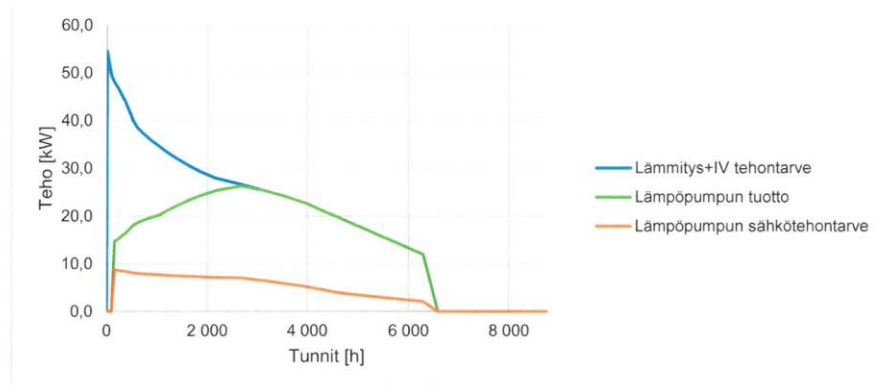
	Ennen Öljy	Jälkeen Ilma-vesilämpöpumppu + öljy
Lämpö [MWh] (lämmitys)	160,2	33,3
Sähkö [MWh] (lämmitys)	0	34,4
Kustannukset [€/a] (lämmitys)	14 778	6 113
Säästö (pelkkä lämmitys)	8 665	€/a
Säästö (vähennetään ed.lämmin kv öljyllä)	7 005	€
Investointi	45 000	€
TMA	6,5	a

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
www.enegia.com

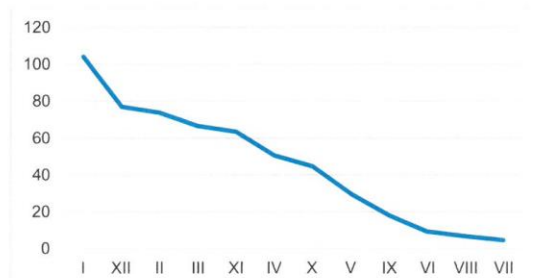


Kuva. Ilmavesilämpöpumpun tehon pysyvyyskäyrä

### 7.3.2 Regnbågen palvelutalo + rivitalot

#### Rakennuksen perustiedot

Valmistumisvuosi	1970
Tilavuus (m <sup>3</sup> )	6186
Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	1910
Öljyn kulutuksen 3 vuoden keskiarvo (l/v)	44 310
Öljystä saatava energia (MWh/v)	399
Öljyyn käytetty rahamäärä (€)	36 400



Lämmön pysyvyyskäyrä kulutetun öljyn mukaan. Se on laskettu vuoden 2012 lämmitystarveluvuilla.

Kohteen kulutuslukumat saattaisivat olla riittävän suuria myös hakelämmitystä ajatellen, mutta lämpökontin sijoittelu saattaa muodostua ongelmaksi, joten lasketaan tässä vaiheessa tähän

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)

maalämmitys. Koulukeskus lasketaan hakkeen mukaan. Kohteiden energiantarve on samaa luokkaa, joten tuloksia voidaan vertailla kohteiden kesken.

Laskelmissa öljylle on jätetty 8 % osuus, koska patteriverkosto vaatii kuumaa vettä kylmimpinä kuukausina ja koska lämpimän veden varma saanti on tällaisessa kohteessa välttämätöntä. Laskelmien mukaan takaisinmaksuaika on normaalia öljystä- maalämpöön siirtymisen tasoa.

Kyseessä on 100 kW maalämpöjärjestelmä. Maalämpökaivoja tarvitaan 10 – 11 kpl.

Suora takaisinmaksu (alv 0)

Energiakulu	Oletettu	Investointi	
		+10000	
Öljy	36465	36465	€
Maalämpö ja öljy	15536	15536,10	€
Säästö/a	20929	20929	€
Investointi	240000	250000	€
Takaisinmaksu	11	12	v
Investointituki 15 %	204000	212500	€
Takaisinmaksu	10	10	v

Pääoman tuotto, (alv 0) ei tukea

Pitoaika vuotta	15	30	
Poisto/a	3000	6500	€
Poisto yhteensä	9500		
Nettotuotto (tuotto-poisto)	11429		€
Sidottu pääoma keskimäärin (hankintak./2)	120000		€
KA tuotto	10		%

Lasketaan kohteeseen myös ilmajäähdytyspumpu.

Ilmajäähdytyspumpu investointi on investointina pieni, mutta vaatii myös muuta lämmitystekniikkaa avukseen. Seuraavassa on laskettu ilmajäähdytyspumpu ja varaaja-asennus niin että lisälämmitys tehdään öljyllä. Varaajalle ja pumpulle on kiinteistöstä löydyttävä sijoituspaikka lämpökeskuksen läheltä. Investoinnin jälkeen öljyä tarvitaan noin 10 000 l vuodessa aiemman 44 000 l:n sijasta. Sähkönkulutus lisääntyy. Sähköliittymä täytyy tarkastaa.

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

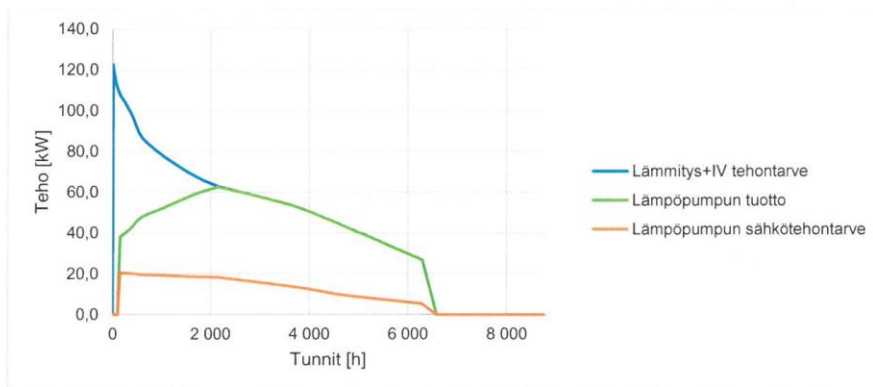
Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
www.enegia.com



Lämmitys	Teho [kW]	Energia [MWh]
Ilma-vesilämpöpumppu (lämpö)	62,6	297,6
Ilma-vesilämpöpumppu (sähkö)	20,5	84,6
Öljy	122,4	61,5

	Ennen	Jälkeen Ilma-vesilämpöpumppu +
Lämpö [MWh], öljy	359,1	61,5
Sähkö [MWh]	0	84,6
Kustannukset [€/a]	33 127	13 146
Säästö (pelkkä lämmitys)	19 981	€/a
Säästö (lämmin kv öljyllä)	16 291	€
Investointi	75 000	€
TMA	5	a



Kuva. Ilmavesilämpöpumpun tehon pysyvyysskäyrä

### 7.3.3 Korppoo koulukeskus

#### Rakennuksen perustiedot

Valmistumisvuosi	1975/2007
Tilavuus (m <sup>3</sup> )	14900
Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	3470
Öljyn kulutuksen 3 vuoden keskiarvo (l/v)	52 338
Öljystä saatava energia (MWh/v)	471

We save your energy.

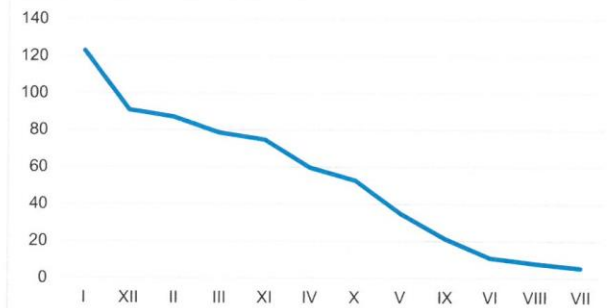
Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)



Öljyyn käytetty rahamäärä (€)	43 000
-------------------------------	--------



Lämmön pysyvyyskäyrä kulutetun öljyn mukaan. Käyrä on laskettu vuoden 2012 lämmitystarveluvuilla.

Hakelämmityskattilan teho pitää olla noin 250 kW, jotta huipputehontarve pystytään tyydyttämään, eikä öljyä tarvita muuta kuin varajärjestelmänä.

#### Suora takaisinmaksu (alv 0)

	Oletus	1)	
Öljy	43072	43072	€
Hake	20089	20089	€
Säästö	22984	18387	€
Investointi	235000	282000	€
Takaisinmaksu	10	15	v
Investointi, jos saadaan 15% tuki	199750	239700	€
Takaisinmaksu	9	13	v

#### Pääoman tuotto, ei tukea (alv 0)

Pitoaika vuotta	15	30	v
Poisto/a	3667	6000	€
Poisto yhteensä/a	9667		
Nettotuotto (tuotto-poisto)	13317		€
Sidottu pääoma keskimäärin (hankintak./2)	117500		€
KA tuotto	11		%

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
www.enegia.com

Kun tähän laskelmaan lisätään hakevaraston kustannuksista puolet eli 100 000€ saadaan seuraavat tulokset.

*Suora takaisinmaksu (alv 0)*

	Oletus	1)	
Öljy	43072	43072	€
Hake	20089	20089	€
Säästö	22984	18387	€
Investointi	335000	402000	€
<b>Takaisinmaksu</b>	<b>15</b>	<b>22</b>	<b>v</b>
Investointi, jos saadaan 15% tuki	284750	341700	€
<b>Takaisinmaksu</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>v</b>

*Pääoman tuottolaskelma, ei avustusta (alv 0%)*

Pitoaika vuotta	15	30	v
Poisto/a	3667	11044	€
Poisto yhteensä/a	14711		
Nettotuotto (tuotto-poisto)	19317		€
Sidottu pääoma keskimäärin (hankintak./2)	167500		€
<b>KA tuotto</b>	<b>12</b>		<b>%</b>

Taulukoissa on esitetty laskelmat oletuslähtöarvoilla ja tilanteessa (1), jossa saavutettu säästö olisi 20% oletettua pienempi ja samalla investointi 20% kalliimpi kuin peruslaskelmassa. Tämä arvio osoittaa investoinnin herkkyyden lähtöarvojen ja olosuhteiden muutoksille. Tulokset osoittavat, että kohteessa on hyvät säästömahdollisuudet, mutta kohde on herkkä lähtöarvojen muutoksille ja toteutuksen onnistumiselle.

## 7.4 Houtskär

Houtskärissä on hakelämmityksellä toteutettu 2 kohdetta.

- Koulu ja palloiluhalli
- Palvelutalo ja rivitalot

Kohteet ovat olleet toiminnassa jo muutaman vuoden. Käyttökokemukset ovat hyvät. Tässä raportissa kohteet ovat mukana vertailun vuoksi jälkiarvioinnissa.

Nykyisellä öljynhinnalla poistot huomioon ottaen lämmityskulu on samaa luokkaa öljyn kanssa. Kun otetaan huomioon, että öljylämmityslaitteistot olisi pitänyt uusia, huoltaa tai korjata ja että nyt työllistetään paikallisia ihmisiä ja hyödynnetään paikallista puuta, investointi on ollut järkevä.

Lämpöenergian kustannus on ollut 37 €/MWh. Hakeyrittäjältä saadun tiedon mukaan mantereella vastaava kustannus on 30 €/MWh. Tähän hintaan on laskettu mukaan raaka-aine ja lämmöntoimituksesta vastaaminen. Jos lämpöyrittäjä vastaa edellisten tehtävien lisäksi lämpölaitoksen rakentamisesta tulee energian hinnaksi 82 €/MWh. Kaupungin tekemä investointi pienenee. Kaupungille jää verkostoinvestointi. Houtskärissä lämmön hinnaksi investointikulun mukaanoton jälkeen muodostuu 83 €/MWh.

## 8 Yhteenveto ja jatkosuunnitelmat

Voidaan todeta, että kun öljystä siirrytään pois johonkin toiseen lämmitysmuotoon, saadaan laskelmien mukaan aina kiinnostavia rahallisia säästöjä, sekä ympäristösäästöjä. Jatkotoimia mietittäessä kannattaa pitää mielessä muutoksen merkitys ja riski, sekä raaka-aineen paikallisuus.

### 8.1 Toimenpide-ehdotus

Kohde	Perustelu	Aikataulu
Parainen Skräbbölen koulu	Kouluun rakennetaan laajennus lähiaikoina. Kohteen lämmitys kokonaisuutena on laitettava kuntoon siinä yhteydessä.	2016
Nauvo Områdeskontor Grannas Högstadiet Lågstadiet	Tämä on hyvä kohde aluelämmitykselle. Hakkeen edullisuus korostuu kun tehot kasvavat. Lämpökeskuksen paikka ja putkistojen veto täytyy suunnitella yksityiskohtaisesti. Kun nämä on päätetty päästään tekemään lopullinen mitoitus ja kustannusarvio.  Tähän kohteeseen kannattaa selvittää lämpöyrittäjän käyttö. Kunnan investointivaroja ei siten kuluisi kohteeseen.	Tarkempi selvitys ja projektisuunnitelma Q2/2016

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)

Nauvo, Nagu daghem	Tähän voitaisiin laittaa maalämpö, jos halutaan pienentää energiakuluja. Rakennus ja sen öljylämmityslaitteet ovat vielä kuitenkin vasta 11 vuotta vanhat, joten sen suhteen ei ole kiirettä. Säästetyt € määrät eivät ole kovin suuret muiden kohteiden potentiaaliin verrattuna.	Myöhemmin
Korppoo, Stabshuset	Öljylämmityskattila on huonossa kunnossa. Energiankulutukseltaan kohde on sopiva maalämmölle. Tarkempi suunnittelu lämmitystavanmuuttamiseksi kannattaa aloittaa pikaisesti.	Q2 /2016
Korppoo, Regnbågen	Maalämmölle isohko kohde, mutta ihan mahdollinen. Hakevaihtoehdon ongelmaksi muodostuisi mahdollisesti lämmityskontin paikka. Jos se saadaan ratkaistua, hake saattaisi myös olla hyvä vaihtoehto. Varsinkin, jos edetään selvittämällä lämpöyrittäjiä, tämä kohde kannattaa pitää selvityksissä mukana lisäämässä lämpöyrittäjäkandidaattien mielenkiintoa.	Tarkempi selvitys 2017
Korppoo koulukeskus	Tässä esityksessä koulukeskukseen on laskettu hake. Hakelämpökeskuksen sijoittelu onnistuisi todennäköisesti koulun taakse lähelle nykyistä lämpökeskusta, joten putkitukset jäisivät lyhyiksi.  Lämmitystapamuutosprojektit kannattaisi aloittaa tästä kohteesta, sillä siinä hakekontti liitettäisiin yhteen lämpökeskukseen lyhyillä putkituksilla. Tekninen toteutus olisi vakiotyyppinen. Mahdollinen lisä olisi koulun katolle asennettavat aurinkolämmitysjärjestelmät.  Jos päätetään tehdä lämpöyrittäjäselvitys, tämä kohde on otettava siihen mukaan.	Tarkempi selvitys ja projektin käynnistys 2018
Houtskär Molemmat kohteet	Hakelämmityksen käyttö ja hakkeen tuotanto on omissa käsissä. kokemukset ovat hyvät.  Jos päätetään tehdä lämpöyrittäjäselvitys, tämä kohde on otettava siihen mukaan.	Toiminnassa



## 8.2 Etenemismalliehdotus

Enegia tekee kaksi tutkimusta, joiden lopputuloksena ovat projektisuunnitelmat ja sitovat budjetit lämmitysjärjestelyjen toteuttamista varten.

### Hakelämmitysjärjestelmät

Enegian tehtävät

- Selvitetään lämpöyrittäjävaihtoehto ja siihen liittyvät rahoitusjärjestelyt.
- Tutustutaan yhdessä jo toimiviin kohteisiin ja laitevalmistajien teknisiin ratkaisuihin. Pidetään tässä vaiheessa mukana myös aurinkoenergiaratkaisut.
- Pyydetään tarjoukset toimijoilta ja/tai laitetoimittajilta.
- Tehdään energiatukihakemukset.
- Tehdään aikataulutettu projektisuunnitelma, jonka mukaan vaiheittain sopivassa tahdissa siirrytään kohti haluttua lopputulosta.

Aikataulu

Tehdään suunnitelmat Q2/2016 niin että ensimmäiset toteutukset voitaisiin tehdä Q2-Q3/2016.

### Maalämpöjärjestelmät

Enegian tehtävät

- Tehdään kohteisiin suunnitelmat.
- Tarkastetaan sähköliittymän koko.
- Tehdään energiatukihakemukset.
- Pyydetään tarjoukset mahdollisilta toimittajilta.
- Tehdään projektisuunnitelma, valitaan toimittaja ja toteutetaan projekti.

Aikataulu

Tehdään projektisuunnitelmat Q1/2016 aikana. Hankkeet toteutetaan suunnitelman mukaan alkaen 2016 aikana.

We save your energy.

Enegia Group  
Turuntie 2  
FI-13100 Hämeenlinna  
Finland

Tel. +358 20 741 4110  
Business ID: 2628229-6

Domicile:  
Hämeenlinna  
[www.enegia.com](http://www.enegia.com)

